

Д. В. Михайличенко, С. В. Пономарёв, И. В. Куракин

СОВРЕМЕННАЯ ГЕНЕТИЧЕСКИ УЛУЧШЕННАЯ ПОРОДА ТИЛЯПИИ

Растущий спрос (3–5 % в год) на охлажденную рыбу при емкости рынка в городах-миллионниках около 360 тыс. т и снижение импорта на 750 тыс. т являются благоприятными факторами развития аквакультуры в России, что способствует обеспечению продовольственной безопасности страны. Индустриальная аквакультура на основе установок замкнутого водообеспечения (УЗВ) отвечает требованиям розничной торговли и позволяет массово тиражировать типовые проекты в суровом климате нашей страны и решить задачу импортозамещения в ближайшие годы. Для условий УЗВ чрезвычайно подходит тилапия – ценная диетическая и высокотехнологичная рыба, быстрорастущая, с коротким циклом размножения. Рыба, полученная от маточных стад, выведенных с помощью целенаправленного отбора, характеризуется равномерным ростом, устойчивостью к болезням и высоким уровнем конверсии корма. Зарубежные технологи рекомендуют приобретать рыбопосадочный материал строго от таких стад. Порода GIFT была создана с целью повысить уровень содержания белка в рационе населения в развивающихся странах и получила наибольшее распространение во всем мире. В основе породы – смешанная популяция нильской тилапии, занимающей значительное место в мировой аквакультуре. Для рыб породы GIFT характерна масса тела, повышенная на 18–58 %. Компания GenoMar (Норвегия) разработала генетические карты тилапии и улучшила породу, достигнув устойчивых результатов (10–15 % за поколение) по экономически значимым признакам: цвет, рост, устойчивость к стрессу и болезням и уровень конверсии корма.

Ключевые слова: установка замкнутого водообеспечения; нильская тилапия; порода GIFT; маточное стадо; конверсия корма.

Введение

Состояние проблемы. В настоящее время рыночные условия и международное положение благоприятны для развития аквакультуры, в особенности индустриальной, связанной с интенсивным выращиванием рыбы.

Потребление рыбы в России растет на 3–5 % в год, главным образом за счет спроса на охлажденную рыбу, емкость рынка сбыта которой только в городах-миллионниках составляет около 360 тыс. т. В связи с запретом на ввоз рыбы из стран Европейского союза, США и Норвегии [1], введенным в августе 2014 г., отмечается снижение импорта на 750 тыс. т, в том числе на 120 тыс. т охлажденной рыбы.

Дефицит рыбной продукции, возникший в России, может быть ликвидирован в первую очередь за счет развития отечественной аквакультуры, у которой появился уникальный шанс – стать значимой отраслью в обеспечении продовольственной безопасности страны.

Согласно отраслевой программе «Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в Российской Федерации на 2015–2020 годы» (утверждена Министерством сельского хозяйства Российской Федерации, приказ от 16.01.2014 № 10), производство рыбоводной продукции планируется увеличить с 163 тыс. т в 2014 г. до 315 тыс. т в 2020 г. [2], т. е. объем продукции аквакультуры должен вырасти за 6 лет в 2 раза. Достижение этой цели возможно только при высоком развитии индустриального рыбоводства.

Наиболее перспективными в мировой практике признаны рыбоводные комплексы на основе установок замкнутого водообеспечения (УЗВ), которые соответствуют требованиям розничной торговли (поставка вовремя, нужная масса, круглый год), позволяют массово тиражировать типовые проекты в любых климатических условиях и в результате совершить рывок в увеличении производства пищевой продукции и решить задачу импортозамещения за 1,5–2 года.

Одной из главных задач, которые приходится решать при эксплуатации рыбоводных хозяйств любых типов, является их обеспечение качественным, доступным рыбопосадочным материалом. Особую актуальность решение этой задачи приобретает при выращивании рыбы в УЗВ, в которых требуется строгая высокая технологичность всех процессов, чтобы получать товарную продукцию в заданные сроки, объемы и плановой штучной массой.

Несомненно, что зарыбляемая молодь должна равномерно расти, быть устойчивой к болезням и иметь высокий уровень конверсии корма. Все эти качества могут быть достигнуты, при прочих равных условиях, только при работе с рыбой, имеющей хорошую наследственность и происходящей от пород, выведенных с помощью целенаправленного отбора.

Первые попытки выращивания тилапии в нашей стране были предприняты в начале 60-х гг. XX столетия в водоемах-охладителях ГРЭС. Начиная с 1969 г. на кафедре аквакультуры Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева (РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева) проводились комплексные исследования возможностей использования тилапии в отечественном рыбоводстве и разработка технологии ее воспроизводства и выращивания. В ходе работ были изучены биологические особенности и хозяйственно-полезные качества 9 видов тилапий в разных типах хозяйств (садки, пруды, УЗВ). Исследования подтвердили высокие продуктивные качества тилапий, относящихся к роду *Oreochromis*, показали возможность их эффективного выращивания в условиях индустриальных рыбоводных хозяйств России [3, с. 3].

В наши дни, в связи с развитием технологий УЗВ и огромным потенциалом их применения в России, у тилапии – ценной диетической и высокотехнологичной рыбы – появляется второй шанс занять достойное место в рационе питания в условиях импортозамещения.

В настоящее время в Тюменской области действует ООО «Сладковское товарное рыбоводное хозяйство», в УЗВ которого выращивается тилапия, завезенная из Европы, проектной мощностью 300 т. Кроме этого предприятия, компания «Национальные рыбоводные биотехнологии (НРБТ)-Степное» (Астраханская область) осуществляет строительство крупнейшего в нашей стране рыбоводного комплекса мощностью 1130 т тилапии. В основе технологий компании «НРБТ-Степное» лежат разработки компании «АкваМаоф» (AquaMaof, Израиль), которые с успехом применяются во всем мире.

Иностранные поставщики технологий несут контрактную ответственность за их работоспособность и эффективность, требуя при этом соблюдения своих рекомендаций. Одной из них является обязательное приобретение рыбопосадочного материала тилапии в специальных питомниках, созданных в Голландии, США, Великобритании и других странах.

Наиболее широкое распространение в мире получили линии породы GIFT (gift англ. – подарок, Genetically Improved Farmed Tilapia – в переводе «генетически улучшенная выращиваемая тилапия»).

Порода GIFT была получена от смешанной популяции нильской тилапии (*Oreochromis niloticus*). Изначально она была создана для разведения в странах Африки, в связи с тем, что культивирование тилапии имеет огромный потенциал в борьбе с голодом и нищетой на этом континенте [4].

Ареал обитания, характеристика и преимущества тилапий

Естественный ареал тилапии ограничивается Африкой, Иорданией и Израилем, где было обнаружено 112 видов и подвидов родов *Oreochromis*, *Sarotherodon* и *Tilapia* [5–9]. Тем не менее лишь немногие из этих видов имеют промысловое значение и еще меньшее – для аквакультуры. Нильская тилапия (*Oreochromis niloticus*), голубая тилапия (*O. aureus*) и их различные гибриды с мозамбикской тилапией (*O. mossambicus*) считаются наиболее важными объектами аквакультуры [10]. Например, в Китае в 2008 г. вырастили около 1,1 млн т тилапии, из которых четверть объема составил гибрид между нильской тилапией (*O. niloticus*) и голубой тилапией (*O. aureus*) [11].

В XX в. тилапии были введены в аквакультуру в 90 странах мира [8, 9]. Тем не менее чувствительность тилапий к низкой температуре (ниже 20 °С) ограничивает их культивирование в естественных водоемах более теплыми областями [10].

Тилапии подходят для различных систем аквакультуры благодаря короткому циклу размножения, быстрому росту как на естественных, так и на искусственных кормах, устойчивости к стрессу и болезням, высоким вкусовым качества, востребованности на рынке и питательной ценности [5, 12].

Мировое производство тилапии в аквакультуре с 1970 по 2010 г. увеличилось с 28 000 т до более чем 3 млн т. С 2000 по 2005 г. тилапии были доминирующей группой видов, добываемых во внутренних водах (в 2005 г. тилапий обогнали карповые). С точки зрения производства аквакультуры тилапии составляют около 5 % объема общего мирового рыбоводства и находятся на втором месте после карповых, на которые приходится более 70 % [11].

Например, в Африке и Юго-Восточной Азии тилапия играет наиважнейшую роль в обеспечении населения животным белком. Исторически в этих регионах наблюдается устойчивый рост числа семейных ферм, на которых выращивают тилапию. Рыба часто добывается из близлежащих водоемов или резервуаров и продается в очищенном, жареном виде [13].

Тилапия, бывшая просто дешевой «водной курицей» [14] в бедных странах, превратилась в высокотехнологичный объект рыбоводства с годовым объемом продаж свыше 2 млрд долл. США [11, 13]. Экономическая значимость тилапии в 2004 г. превзошла таковую лососевых, и ожидается, что в конечном итоге сравняется с экономической значимостью карповых [13]. Тилапию называют самой важной в мире рыбой с белым мясом [8].

История создания породы GIFT

В связи с ростом значения тилапии во всемирном рыбоводстве в течение последних десятилетий выросла интенсивность работ по улучшению генетической базы этих видов.

Генетическое улучшение является одним из самых мощных и менее дорогостоящих средств повышения эффективности аквакультуры [15]. Кроме традиционного разведения, для улучшения фенотипов тилапии используются инновационные хромосомные перестановки, физиологическое изменение пола, перенос генов и селекция с помощью маркеров [16, 17].

Одним из распространенных традиционных подходов в рамках генетического улучшения является индивидуальный отбор, в основе которого лежит предпосылка, согласно которой значительная часть вариации происходит за счет отдельных генотипов и компонента этих генотипических влияний непосредственно передается по наследству от родителей к потомству. Случайный дрейф генов и чрезмерный инбридинг приводят к снижению изменчивости и вырождению, представляющих частую проблему в культивировании тилапии, т. к. маточные стада на фермах обычно происходят от нескольких особей [16]. Отбор же является жизнеспособным подходом для генетического улучшения тилапии, у которой выявлена достаточная генетическая изменчивость [17].

Селекция тилапии имеет ряд преимуществ по сравнению с другими генетическими подходами: возможно непрерывное генетическое усиление; генетические достижения могут быть переданы от одного поколения к другому, достижения в маточном стаде могут быть многократно преумножены в потомстве [16].

Проект GIFT – одно из наиболее значимых нововведений. Проект основан на селекции среди весьма разнообразной синтетической исходной популяции [18].

О проекте создания генетически улучшенной тилапии – GIFT

Проект GIFT был совместной научно-исследовательской работой, которая проводилась на Филиппинах с 1988 по 1997 г. с участием пяти отдельных организаций [19, 20]. Целью проекта было повышение количества и качества белка в пище населения с низким уровнем дохода в развивающихся странах. Среди исследовательских учреждений были Международный центр живых водных ресурсов (в настоящее время Всемирный центр рыболовства – *World Fish Center*), Филиппинское бюро рыболовства и водных ресурсов (*BFAR*), Центр пресноводной аквакультуры Центрального Лусонского государственного университета (*Findings of Researchers of the Freshwater Aquaculture Center of the Central Luzon State University (FAC-CLSU)*), Морской научный институт университета Филиппин (*University of the Philippines – Marine Science Institute, UPMSI*) и Институт исследований аквакультуры в Норвегии. Финансирование этого проекта была предоставлено Азиатским банком развития, Программой развития ООН и Международным центром по разумной эксплуатации живых водных ресурсов (ИКЛАРМ) [20].

У проекта GIFT было три конкретные задачи: разработать улучшенные породы нильской тилапии (*O. niloticus*) и обеспечить этими породами национальные программы тестирования, а затем и фермеров; усилить организации, занятые генетическими исследованиями в аквакультуре; создать механизм для международного обмена и оценки улучшенных пород и методов исследования [21]. Нильская тилапия была выбрана в качестве объекта исследования по ряду причин: короткий генеративный цикл (примерно 8 месяцев) [22]; высокое значение в аквакультуре [14, 23]; всеядность, вследствие которой она отлично подходит для низкочувствительной аквакультуры. Кроме того, многочисленные потенциально пригодные стада нильской тилапии существуют в ряде стран Африки и Ближнего Востока.

Наиболее важным критерием, определяющим количество пород, которое планировалось разработать в рамках проекта GIFT, являлась относительная производительность (рост, созревание, плодовитость и выносливость) в различных целевых экологических условиях, или взаимодействие между генотипом и средой (*genotype × environment – G × E*). Низкий *G × E* эффект

(с точки зрения рыбоводной актуальности) предполагает, что лучшая порода в одной среде будет лучшей во всех экологических условиях. Высокий эффект $G \times E$, с другой стороны, подразумевает, что должны быть разработаны специальные породы для конкретных условий. Было обнаружено, что эффект $G \times E$ взаимодействия – низкий, т. е. показатели роста тилапии существенно зависят от окружающей среды. Следовательно, нет необходимости разрабатывать специальные породы для различных систем выращивания. Основной рыбоводной целью программы GIFT были темпы роста с мониторингом других характеристик: выживание, возникновение заболеваний и скорость созревания [22].

Результаты показали, что, за исключением породы из Ганы, стада из Африки так же эффективны или лучше, чем существующие «одомашненные» стада в Азии. Египетская порода была лучшей в первом поколении, в то время как кенийская – во втором. Порода из Ганы была наихудшей в обоих поколениях. Израильская порода, произошедшая из Ганы, также оказалась малоэффективной [24]. Скрещивание различных пород не привело к значительному улучшению. Вследствие этого, на основе показателей роста, были выбраны особи из наиболее эффективных чистокровных и гибридных групп, для того чтобы создать стадо с широкой генетической базой, которое и легло в основу породы GIFT.

Улучшенная порода, разработанная на Филиппинах, была распространена (май 1994 г. – август 1997 г.) в странах-участницах проекта, которые создали организацию «Распространение и оценка генетически улучшенной тилапии в Азии» (DEGITA). Этими странами стали Бангладеш, Китай, Филиппины, Таиланд и Вьетнам. Данная работа позволила детально оценить генетическую и социально-экономическую эффективность и экологические последствия этой породы еще до ее коммерческого производства и распространения [21]. Исследования показали, что порода GIFT в результате имела массу тела на 18–58 % выше, чем другие породы на среднестатистических фермах в Азии [25].

Порода GIFT – GST (Genomar Supreme Tilapia), улучшенная компанией ГеноМар

В 1999 г. Международный фонд GIFT заключил эксклюзивное соглашение с компанией GenoMar (Норвегия) для долгосрочного продолжения программы GIFT [8]. В компании GenoMar, начиная с 10-го поколения GIFT, для увеличения разнообразия породы применялась селекция с помощью ДНК-маркеров. В ходе экспериментов были выявлены гены, влияющие на экономически значимые характеристики, и были созданы генетические карты тилапии [8, 17]. В GenoMar определили участки хромосом, влияющие на цвет, рост, форму тела, устойчивость к солености и пол, а также на признаки, которые трудно измерить в рамках традиционного отбора: устойчивость к болезням и конверсия корма [8]. Улучшенная линия породы GIFT называется ГеноМар Суприм Тилапия – *GenoMar Supreme Tilapia (GST)* [5, 8].

Целью Международного фонда GIFT являются поддержание и постоянное улучшение породы GIFT и ее распространение в странах-партнерах, включая страны Азии, Тихоокеанского региона и Африки. Отметим, что к 2007 г. порода достигла устойчивых результатов – 10–15 % за поколение на протяжении более чем шести поколений [26].

Заключение

Для успешного выращивания тилапии в условиях аквакультуры (в том числе в установках замкнутого водоснабжения) рекомендуется приобретать рыбопосадочный материал, полученный от маточных стад, выведенных с помощью целенаправленного отбора, для которых характерен равномерный рост, устойчивость к болезням и высокий уровень конверсии корма.

Вышеперечисленным качествам соответствует тилапия породы GIFT, в основе которой – смешанная популяция нильской тилапии. Для выведения породы GIFT применялась селекция, имеющая преимущества по сравнению с другими подходами: непрерывное генетическое усиление; улучшения могут быть переданы от одного поколения к другому, достижения в маточном стаде могут быть многократно преумножены в потомстве. У рыб данной породы масса тела выше на 18–58 % по сравнению с дикими и «обычными» фермерскими популяциями.

Разработка породы GIFT проводилась с целью увеличить объемы выращивания рыбы в развивающихся странах для увеличения доли белка в рационе бедного населения и осуществлялась при участии ряда научных и общественных международных организаций, включая ООН.

Дальнейшее развитие породы происходит при участии коммерческих компаний. Крупнейшей из них является компания GenoMar (Норвегия), которая разработала генетические карты тилапии и продолжает улучшение породы GIFT, достигнув устойчивых результатов (10–15 % за поколение) по экономически значимым признакам: цвет, рост, устойчивость к стрессу и болезням и уровень конверсии корма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *О мерах* по реализации Указа Президента РФ от 06.08.2014 г. № 560 «О применении отдельных специальных экономических мер в целях обеспечения безопасности Российской Федерации» // Постановление Правительства РФ от 07.08.2014 № 778 (ред. от 20.08.2014) // URL: <http://www.rg.ru/2014/08/08/postanovlenie-dok.html>.
2. *Об утверждении* отраслевой программы «Развитие аквакультуры (товарного рыбоводства) в РФ на 2015–2020 годы // Приказ Минсельхоза РФ № 10 от 16.01.2015 // URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=613317>.
3. *Привезенцев Ю. А.* Тилапии (систематика, биология, хозяйственное использование) / Ю. А. Привезенцев. М.: Столичная типография, 2008. 80 с.
4. *Béné C.* Fish and food security in Africa / C. Béné; S. Heck. NAGA, WorldFish Center Q. 2005. 28. P. 8–13.
5. *El-Sayed A. F. M.* Tilapia Culture / A. F. M. El-Sayed. CABI: Cambridge, MA, USA, 2006.
6. *Beveridge M. C. M.* Evolution, phylogenetic relationships and biogeography // Tilapias: Biology and Exploitation / M. C. M. Beveridge, B. J. McAndrew. Eds.: Kluwer Academic: Dordrecht, The Netherlands, 2000. P. 1–32.
7. *Pillay T. V. R.* Aquaculture: Principles and Practices / T. V. R. Pillay, M. Kutty. Blackwell Publishing: Oxford, UK, 2005.
8. *Courtenay W.* Tilapias as non-indigenous species in the Americas: Environmental, regulatory and legal issues / W. Courtenay. Tilapia Aquac. Am. 1997. 1. P. 18–33.
9. *De Silva S. S.* Tilapias as Alien Aquatics in Asia and the Pacific / S. S. De Silva; R. P. Subasinghe, D. M. Bartley, A. Lowther // A Review; Food and Agriculture Organization. Rome, Italy, 2004. Vol. 453.
10. *Shelton W. L.* Tilapia Biology // Tilapia: Biology, Culture, and Nutrition / W. L. Shelton, T. J. Popma; Lim, C. E., Webster, C. D., Eds. Haworth Press: Binghamton, NY, USA, 2006. P. 1–49.
11. *Food and Agriculture Organization.* The State of World Fisheries and Aquaculture. Food and Agriculture Organization (United Nations). Rome, Italy, 2010. P. 218.
12. *Teichert-Coddington D.* Attributes of tropical pond-cultured fish / D. Teichert-Coddington, T. Popma, L. Lovshin // Dynamics of Pond Aquaculture; Egna H. S., Boyd C. E. Eds.; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 1997. P. 183–198.
13. *Fitzsimmons K.* Prospect and potential for global production / K. Fitzsimmons // Tilapia: Biology, Culture, and Nutrition. Lim C., Webster C., Eds. Harworth Press: Binghamton, NY, USA, 2006. P. 51–72.
14. *Pullin R.* Tilapia: Everyman's fish / R. Pullin. Biologist. 1985. 32. P. 84–88.
15. *Ponzoni R. W.* Genetic improvement of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) with special reference to the work conducted by the Worldfish Center with the GIFT strain / R. W. Ponzoni, N. H. Nguyen, H. L. Khaw, A. Hamzah, K. R. A. Bakar, H. Y. Yee // Rev. Aquac. 2011. 3. P. 27–41.
16. *Lutz C. G.* Recent directions in genetics / C. G. Lutz // In Tilapia: Biology, Culture, and Nutrition. Lim C. E., Webster C. D., Eds. Haworth Press: Binghamton, NY, USA, 2006. P. 139–180.
17. *Poompuang S.* Toward detection of quantitative trait loci and marker-assisted selection in fish / S. Poompuang, E. M. Hallerman // Rev. Fish. Sci. 1997. 5. P. 253–277.
18. *Fitzsimmons K.* Potential to increase global tilapia production / K. Fitzsimmons. In Global Outlook for Aquaculture Leadership; GOAL Conference: Kuala Lumpur, Malaysia, 2010.
19. *Bentsen H. B.* Genetic improvement of farmed tilapias: Genetic parameters for body weight at harvest in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) during five generations of testing in multiple environments / H. B. Bentsen, B. Gjerd, N. H. Nguyen, M. Rye, R. W. Ponzoni, M. S. Palada de Vera, H. L. Bolivar, R. R. Velasco, J. C. Danting, E. E. Dionisio // Aquaculture. 2012. 338. P. 56–65.
20. *Dey M. M.* Socioeconomics of disseminating genetically improved Nile tilapia in Asia: An introduction / M. M. Dey, M. V. Gupta. Aquac. Econ. Manag. 2000. 4. P. 5–11.
21. *Eknath A.* Genetic Improvement of Farmed Tilapias (GIFT) Project / A. Eknath, B. Acosta // Final Report, March 1988 to December 1997; World Fish Center: Penang, Malaysia, 1998.
22. *Asian Development Bank.* An Impact Evaluation of the Development of Genetically Improved Farmed Tilapia and Their Dissemination in Selected Countries. Asian Development Bank: Manila, Philippines, 2005.
23. *Asian Development Bank.* Overview of Freshwater Aquaculture of Tilapia in the Philippines; Asian Development Bank: Manila, Philippines, 2004.
24. *Eknath A. E.* Genetic improvement of farmed tilapias: The growth performance of eight strains of *Oreochromis niloticus* tested in different farm environments / A. E. Eknath; M. M. Tayamen, M. S. Palada-de Vera, J. C. Danting, R. A. Reyes, E. E. Dionisio, J. B. Capili, H. L. Bolivar, T. A. Abella, A. V. Circa // Aquaculture. 1993. 111. P. 171–188.

25. Gupta M. V. Breakthrough in genetic improvement of tropical finfish through partnership between ICLARM, ASI and developing country NARS / M. V. Gupta, B. O. Acosta, A. E. Eknath, M. M. Dey // URL: http://www.fao.org/docs/eims/upload/206603/3_8_cases.PDF.

26. Ponzoni R. W. Investment appraisal of genetic improvement programs in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) / R. W. Ponzoni, N. H. Nguyen, H. L. Khaw. *Aquaculture*, 2007, 269, pp. 187–199.

Статья поступила в редакцию 4.03.2015

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Михайличенко Дмитрий Викторович – Россия, 414014, Астрахань; ООО «НРБТ-Степное»; зам. генерального директора; dvmikhaylichenko@mail.ru.

Пономарёв Сергей Владимирович – Россия, 414014, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; г-р биол. наук, профессор; зав. кафедрой «Аквакультура и водные биоресурсы»; kafavb@yandex.ru.

Куракин Игорь Владимирович – Россия, 414014, Астрахань; ООО «НРБТ-Степное»; генеральный директор; igor.v.kurakin@gmail.com.



D. V. Mikhaylichenko, S. V. Ponomarev, I. V. Kurakin

MODERN GENETICALLY IMPROVED BREED OF TILAPIA

Abstract. Growing demand (3–5 % per year) for chilled fish at about 360.000 t market capacity in the cities with over one million population and decrease in import by 750.000 t are favorable factors for the Russian aquaculture development to ensure the food security of the country. Industrial aquaculture based on the recycling aquaculture systems (RAS) meets the requirements of retailers and allows to replicate widely model projects in the harsh climate of our country and to solve the problem of import substitution in the coming years. For the RAS conditions tilapia is extremely suitable – a valuable dietary and high-tech fish, fast growing with short breeding cycle. Fish taken from the broodstock derived by using purposeful selection, is characterized with steady growth, disease resistance and has a high feed conversion. To acquire stocking material from such broodstocks is a strict recommendation of the foreign technology designers. The breed GIFT was created to enhance the protein level in the population diet in the developing countries and is most popular in the world. The base of the breed was a mixed population of Nile tilapia, which has a high value in the global aquaculture. The breed GIFT is characterized with 18–58 % of body weight increase. The company GenoMar (Norway) has developed a genetic map of tilapia and improved the breed, reaching sustainable results (10–15 % per generation) at economically significant parameters: color, growth, resistance to stress and disease and feed conversion rate.

Key words: recycling aquaculture systems; Nile tilapia; breed GIFT; broodstock; feed conversion.

REFERENCES

1. *O merakh po realizatsii Ukaza Prezidenta RF ot 06.08.2014 g. № 560 «O primenении ot del'nykh spetsial'nykh ekonomicheskikh mer v tseliakh obespecheniia bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii»* [On the measures of implementation of the Resolution of the President of the Russian Federation dated 06.08.2014 № 560 "On taking some special economic measures to provide the security of the Russian Federation"]. *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 07.08.2014 № 778* (redaktsiia ot 20.08.2014). Available at: <http://www.rg.ru/2014/08/08/postanovlenie-dok.html>.
2. *Ob utverzhdenii otraslevoi programmy «Razvitie akvakul'tury (tovarnogo rybovodstva) v RF na 2015–2020 gody»* [On approbation of the industrial program "Development of the aquaculture (commercial fishery) in the Russian Federation for 2015–2020 period"]. *Prikaz Minsel'khoza RF № 10 ot 16.01.15 g.* Available at: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=613317>.
3. Privezentsev Iu. A. *Tilapii (sistematika, biologiya, khoziaistvennoe ispol'zovanie)* [Tilapia (taxonomy, biology, farm usage)]. Moscow, Stolichnaia tipografiia, 2008. 80 p.
4. Béné C., Heck S. *Fish and food security in Africa*. NAGA, WorldFish Center Q. 2005, 28, pp. 8–13.
5. El-Sayed A. F. M. *Tilapia Culture*. CABI: Cambridge, MA, USA, 2006.

6. Beveridge M. C. M., McAndrew B. J. *Evolution, phylogenetic relationships and biogeography*. In Tilapias: Biology and Exploitation. Eds.: Kluwer Academic: Dordrecht, The Netherlands, 2000, pp. 1–32.
7. Pillay T. V. R., Kuttu M. *Aquaculture: Principles and Practices*. Blackwell Publishing: Oxford, UK, 2005.
8. Courtenay W. Tilapias as non-indigenous species in the Americas: Environmental, regulatory and legal issues. *Tilapia Aquac. Am.*, 1997, 1, pp. 18–33.
9. De Silva S. S., Subasinghe R. P., Bartley D. M., Lowther A. *Tilapias as Alien Aquatics in Asia and the Pacific*. A Review; Food and Agriculture Organization. Rome, Italy, 2004. Vol. 453.
10. Shelton W. L., Popma T. J. *Tilapia Biology*. In Tilapia: Biology, Culture, and Nutrition. Lim C. E., Webster C. D., Eds. Haworth Press: Binghamton, NY, USA, 2006. P. 1–49.
11. *Food and Agriculture Organization. The State of World Fisheries and Aquaculture*. Food and Agriculture Organization (United Nations). Rome, Italy, 2010. P. 218.
12. Teichert-Coddington D., Popma T., Lovshin L. *Attributes of tropical pond-cultured fish*. In Dynamics of Pond Aquaculture. Egna H. S., Boyd C. E., Eds. CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 1997. P. 183–198.
13. Fitzsimmons K. *Prospect and potential for global production*. In Tilapia: Biology, Culture, and Nutrition. Lim C., Webster C., Eds. Harworth Press: Binghamton, NY, USA, 2006. P. 51–72.
14. Pullin R. Tilapia: Everyman's fish. *Biologist*, 1985, 32, pp. 84–88.
15. Ponzoni R. W., Nguyen N. H., Khaw H. L., Hamzah A., Bakar K. R. A., Yee H. Y. Genetic improvement of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) with special reference to the work conducted by the Worldfish Center with the GIFT strain. *Rev. Aquac.*, 2011, 3, pp. 27–41.
16. Lutz C. G. *Recent directions in genetics*. In Tilapia: Biology, Culture, and Nutrition. Lim C. E., Webster C. D., Eds. Haworth Press: Binghamton, NY, USA, 2006. P. 139–180.
17. Poompuang S., Hallerman E. M. Toward detection of quantitative trait loci and marker-assisted selection in fish. *Rev. Fish. Sci.*, 1997, 5, pp. 253–277.
18. Fitzsimmons, K. Potential to increase global tilapia production. In Global Outlook for Aquaculture Leadership; GOAL Conference: Kuala Lumpur, Malaysia, 2010.
19. Bentsen H. B., Gjerde B., Nguyen N. H., Rye M., Ponzoni R. W., Palada de Vera M. S.; Bolivar H. L., Velasco R. R., Danting J. C., Dionisio E. E. Genetic improvement of farmed tilapias: Genetic parameters for body weight at harvest in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) during five generations of testing in multiple environments. *Aquaculture*, 2012, 338, pp. 56–65.
20. Dey M. M., Gupta M. V. Socioeconomics of disseminating genetically improved Nile tilapia in Asia: An introduction. *Aquac. Econ. Manag.*, 2000, 4, pp. 5–11.
21. Eknath A., Acosta B. Genetic Improvement of Farmed Tilapias (GIFT) Project: Final Report, March 1988 to December 1997; World Fish Center: Penang, Malaysia, 1998.
22. *Asian Development Bank. An Impact Evaluation of the Development of Genetically Improved Farmed Tilapia and Their Dissemination in Selected Countries*; Asian Development Bank: Manila, Philippines, 2005.
23. *Asian Development Bank. Overview of Freshwater Aquaculture of Tilapia in the Philippines*; Asian Development Bank: Manila, Philippines, 2004.
24. Eknath A. E., Tayamen M. M.; Palada-de Vera M. S., Danting J. C., Reyes R. A., Dionisio E. E., Capili J. B., Bolivar H. L., Abella T. A., Circa A. V. Genetic improvement of farmed tilapias: The growth performance of eight strains of *Oreochromis niloticus* tested in different farm environments. *Aquaculture*, 1993, 111, pp. 171–188.
25. Gupta M. V., Acosta B. O., Eknath A. E., Dey M. M. *Breakthrough in genetic improvement of tropical finfish through partnership between ICLARM, ASI and developing country NARS*. Available at: http://www.fao.org/docs/eims/upload/206603/3_8_cases.PDF.
26. Ponzoni R. W., Nguyen N. H., Khaw H. L. Investment appraisal of genetic improvement programs in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 2007, 269, pp. 187–199.

The article submitted to the editors 4.03.2015

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Mikhaylichenko Dmitriy Viktorovich – Russia, 414014, Astrakhan; LLC NFBT-Stepnoe; Deputy of General Director; dvmikhaylichenko@mail.ru.

Ponomarev Sergey Vladimirovich – Russia, 414014, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Biology, Professor; Head of the Department "Aquaculture and Water Bioresources"; kafavb@yandex.ru.

Kurakin Igor Vladimirovich – Russia, 414014, Astrakhan; LLC NFBT-Stepnoe; General Director; igor.v.kurakin@gmail.com.

