

ТИЛЯПИЯ (*TILAPINIA*) КАК ОДИН ИЗ ОСНОВНЫХ ОБЪЕКТОВ СОВРЕМЕННОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ. ОПЫТ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ В ИЗРАИЛЕ (ОБЗОР)

Ю. Озиранский, yuri@matc.org.il, Агентство по развитию международного сотрудничества при Министерстве Иностранных Дел Государства Израиль (MASHAV), Международный тренинговый центр по сельскому хозяйству, кибуц Шфаим

Н. Л. Колесник, kolenataleo@gmail.com, Институт рыбного хозяйства НААН Украины, г. Киев

М. Ю. Симон, seemann.sm@gmail.com, Институт рыбного хозяйства НААН Украины, г. Киев

С. Д. Щербак, schek@gmail.ua, Институт гидробиологии НАН Украины, г. Киев

Р. В. Кононенко, ruslan_kononenko@ukr.net, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев

Н. А. Федоренко, fedorenkono@ukr.net, Бюджетное предприятие «Методическо-технологический центр по аквакультуре», г. Киев

Цель. Государство Израиль за короткий период с 1948 года, невзирая на сложные политические и климато-географические условия, демонстрирует стабильное развитие аквакультуры. Это обусловлено разработкой и повсеместным применением ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий, а также тщательным подбором наиболее эффективных объектов культивирования. В связи с этим, израильский опыт культивирования тилапий как одного из главных объектов мировой аквакультуры является актуальным для Украины, тем более что эти виды рыб были успешно завезены в нашу страну, но не нашли широкого распространения в рыбном хозяйстве.

Результаты. Работа, написанная организатором и участниками учебного курса «Интенсивное прудовое рыбоводство», который состоялся в Израиле в декабре 2016 года, является кратким обзором роли тилапий в мировой аквакультуре и технологических схем, по которым их культивируют в этой стране. В частности, приведены данные по мировому экспорту и импорту этих рыб в 2016 году; рассмотрена гастрономическая ценность мяса; описано систематическое положение трибы тилапий; дана краткая рыбоводно-биологическая характеристика основных видов, используемых в рыбном хозяйстве. Особое внимание сосредоточено на видах, успешно культивируемых в Израиле, и технологиях, позволяющих этого достичь.

Практическая значимость. Представленный обзор может быть использован для популяризации тилапий как объектов аквакультуры и модернизации существующих технологий их культивирования в Украине, а также в образовательной и научной деятельности.

Ключевые слова: тилапии, Израиль, рыбохозяйственная отрасль, аквакультура, установки замкнутого водоснабжения (УЗВ), *Tilapia zillii*, *Sarotherodon galilaeus*, *Oreochromis mossambicus*, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis aureus*.

© Ю. Озиранский, Н. Л. Колесник, М. Ю. Симон, С. Д. Щербак, Р. В. Кононенко, Н. А. Федоренко, 2018



TILAPIA (*TILAPINI*) AS ONE OF THE MAIN OBJECTS OF MODERN AQUACULTURE. EXPERIENCE OF CULTIVATION IN ISRAEL (REVIEW)

Yu. Oziransky, yuri@matc.org.il, Agency for the Development of International Cooperation under the Ministry of Foreign Affairs of the State of Israel (MASHAV), International Training Center for Agriculture, Kibbutz Shefaim

N. Kolesnyk, kolesnik@if.org.ua, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

M. Symon, seemann.sm@gmail.com, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

S. Shcherbak, schek@email.ua, Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

R. Kononenko, ruslan_kononenko@ukr.net, National University of Life and Environmental sciences of Ukraine, Kyiv

M. Fedorenko, fedorenkono@ukr.net, Budget Enterprise "Methodological and Technological Center for Aquaculture", Kyiv

Purpose. *The State of Israel, for a short period in 1948, despite the difficult political and climatic and geographical conditions, demonstrates a stable development of aquaculture. In this regard, the Israeli experience of cultivating tilapia as one of the main objects of world aquaculture is relevant for Ukraine, especially since these fish species were successfully imported into our country, but not widely used in fisheries.*

Findings. *Tilapia has become the third most important fish in aquaculture after carp and salmon; worldwide production exceeded 1,500,000 metric tons in 2002 and increases annually. Because of their high protein content, large size, rapid growth (6 to 7 months to grow to harvest size), and palatability, a number of tilapiine cichlids—specifically, various species of *Oreochromis*, *Sarotherodon*, and *Tilapia* – are the focus of major aquaculture efforts.*

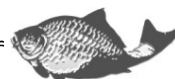
The work written by the organizer and participants of the of the training course “Intensive Pond Fish Culture”, which was held in Israel in December 2016, is a brief overview of the role of tilapias in the world’s aquaculture and the technological schemes by which they are cultivated in this country. In particular, data on world exports and imports of fish in 2016; the gastronomic value of meat is considered; the systematic position of the tribe of tilapias is described; summarizes fish breeding and biological characteristics of the main species used in fisheries. Special attention is focused on the species successfully cultivated in Israel and the technologies that allow it to be achieved. Results of research into tilapia breeding in domestic industrial fish breeding are provided in the article. Ways of efficiency increase in tilapia breeding are focused in the article.

Practical value. *This review can be used to popularize tilapias as aquaculture facilities and upgrade existing technologies for their cultivation in Ukraine, as well as in educational and scientific activities.*

Keywords: *tilapia, Israel, fisheries, aquaculture, recirculating aquaculture system (RAS), *Tilapia zillii*, *Sarotherodon galilaeus*, *Oreochromis mossambicus*, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis aureus*.*

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Продукция аквакультуры составляет 1% всей мировой международной торговли в стоимостном выражении и более 9% глобального сельскохозяйственного экспорта. В 2014 году глобальный экспорт продукции аквакультуры достиг 148 млрд долларов США, по сравнению с 8 млрд долларов США 1976 году [1]. Экспорт продукции аквакультуры из развивающихся стран составил 80 млрд долларов США, что показывает более высокую доходность в сравнении с экспортом мясной продукции, табака, риса и сахара вместе взятых. Рост потребления рыбы произошел благодаря значительному росту поставок продукции аквакультуры и высокому спросу. Последний обусловлен тем, что на



долю рыбы приходится 6,7% общемирового потребления белка, в то же время она является важным источником полиненасыщенных жирных кислот ω -3 и ω -6, кальция, цинка и железа [2]. В мировом масштабе свыше 57 млн человек заняты в секторе аквакультуры [2, 3].

Глобальные поставки рыбы для потребления человеком в последние пять десятилетий опережают рост населения: — по предварительным оценкам уровень потребления на душу населения превышает 20 кг в год, что вдвое выше показателя 1960-х годов, и в большой степени обусловлено ростом аквакультуры [3, 4].

Китай постепенно уступает свои лидерские позиции в развитии аквакультуры Нигерии и другим странам Африки. В регионе южнее Сахары объёмы производства аквакультуры за последние годы выросли более чем в 20 раз. На 2-м месте по темпам развития аквакультуры соседствуют Чили и Индонезия, а на 3-м — Норвегия и Вьетнам [1].

Оптимизация производства за счёт повышения его экологической безопасности и эффективности — это основная тенденция в развитии мировой аквакультуры. В связи с этим, выбор объекта и технологии культивирования приобретает особенную значимость, а в условиях глобальной интеграции и унификации возникает возможность его широкого применения [4]. Таким образом, тилапии, как вторые по значению объекты мировой аквакультуры после карпов, перспективны и для рыбного хозяйства Украины [5]. Заостряя внимание на опыте культивирования этих рыб в Израиле, где они — основные объекты аквакультуры, авторы статьи предлагают актуальную практическую информацию, применимую в условиях Украины.

Цель работы — обобщить информацию относительно роли представителей трибы тилапий в современной аквакультуре и дать краткий обзор опыта культивирования этих видов рыб в Израиле, полученный как «из первых рук» от руководителей и сотрудников научно-исследовательских станций, экспертов консультационной службы, Ассоциации рыбоводов Израиля во время прохождения учебного курса «Intensive pond fish farming» («Интенсивное прудовое рыбоводство») 04–22 декабря 2016 года, так и из открытых источников. Такой обзор будет полезен как рыбоводам-практикам, так и представителям государственных органов управления отраслью, отечественным разработчикам и производителям оборудования для аквакультуры, ученым.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ. ВЫДЕЛЕНИЕ НЕРЕШЕННЫХ РАНЕЕ ЧАСТЕЙ ОБЩЕЙ ПРОБЛЕМЫ. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Тилапия в современной мировой аквакультуре. Мировое культивирование тилапии характеризуется стабильным ростом. Например, в 1997 г. оно составляло 1 млн т, уступая только карповым (*Cyprinidae*) и лососевым (*Salmonidae*). Уже в 2015 году мировое производство тилапии составило 6,4 млн тонн стоимостью 9,8 млрд долл. США, при этом товарооборот составил 1,8 млрд долл. США [1].

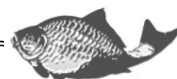
По состоянию на первую половину 2016 года на международный рынок было поставлено около 170 000 тонн тилапии (в основном — из Азии). Например, в



течение рассматриваемого периода из этого региона было экспортировано приблизительно 150 000 тонн тилапии, где в первую пятерку производителей входят Тайвань, Индия, Китай, Таиланд и Малайзия [6]. Следует заметить, что Тайвань стал страной-пионером в производстве тилапии, где её начали выращивать более десяти лет назад, и её экспорт всё время увеличивается. Так, за первую половину 2016 года экспорт тилапии из Тайваня увеличился на 14% по сравнению с аналогичным периодом 2015 года. Около 62% экспорта составляет замороженная целая рыба, ввозимая в США и рынки Ближнего Востока (Израиль, Кувейт, Объединенные Арабские Эмираты и Бахрейн). Индия тоже ориентирована на страны Ближнего Востока: в настоящее время около 90% тилапии, выращенной в этой стране, поставляется в Израиль, Объединенные Арабские Эмираты, Саудовскую Аравию и Оман. Экспорт китайской тилапии в основном представлен замороженным филе и цельными тушками, поставляемыми в Израиль, Мексику, африканские рынки, Кот-д'Ивуар и Иран. Таиланд, Малайзия и Индонезия также ориентированы на рынок США, африканские и латиноамериканские рынки. В то же время, крупнейшими поставщиками тилапии среди стран Центральной Америки являются Гондурас и Бразилия, где в настоящее время данный вид рыбы выступает вторым по значимости коммерческим видом для сектора аквакультуры. Его основное производство сосредоточено в бразильском штате Парана, где выращивается более 25% процентов от общего объема внутреннего культивирования тилапии. Темпы развития аквакультуры тилапии в Бразилии дают основания предполагать, что эта страна в краткосрочной перспективе станет ведущим производителем тилапии в регионе, а в долгосрочной — сможет конкурировать с Китаем на рынке замороженного филе тилапии. Так, согласно последнему отчету Rabobank, Бразилия увеличит производство тилапии до более чем 490 000 тонн к 2020 году [1].

В то же время, в ряде стран аквакультура тилапии строго регламентируется (как в США, где некоторые виды были признаны опасными инвазивными) или находится под запретом, т.к. всегда существует угроза бесконтрольного проникновения отдельных особей в природные водоёмы [7]. Например, департамент по вопросам охраны окружающей среды Ирана, являющийся органом, отвечающим за предоставление лицензии на выращивание рыбы, запретил разведение в стране тилапии, поскольку она может нанести серьезный вред экосистеме и местным видам гидробионтов, что приведет к весьма серьезным негативным последствиям как для окружающей среды, так и для социально-экономической обстановки [1, 8].

В гастрономическом отношении тилапия стала очень популярной благодаря нежному вкусу плотного белого мяса с высоким содержанием белка и низким содержанием жиров. Его можно отваривать на пару, печь и жарить. Лучшим считается филе рыбы с меньшим количеством красных прожилок. Мускулатура тилапий сильно развита, что позволяет ей обитать в водоемах с довольно сильным течением, при этом не содержит межмышечных костей, что является превосходным гастрономическим качеством [9]. Её мясо — это прекрасный источник легко усваиваемого белка, оно богато никотиновой кислотой, витаминами группы В, К и Е, кальцием, калием, натрием, железом, магнием и фосфором. Также в тилапии содержится много кислот ω -3 и ω -6, причем последних — в несколько раз больше, чем первых [2]. Мясо этой рыбы



малокалорийно (96 ккал/100 г), поэтому его включают в диетические рационы. Для стандартной диеты в 2000 калорий/день, мясо тилапии обеспечивает следующие значения дневной нормы (размер порции — 880 г): калории — 98%; протеин (18,5 г) — 37%; железо (0 г) — 0%; натрий (52 мг) — 2%; общее количество жира (2,4 г) — 4%; холестерин (0 г) — 0%. Благодаря высокому содержанию полезных белков и минеральных элементов его рекомендуют употреблять детям, беременным женщинам и пожилым людям. Также, эта рыба очень полезна для растущего организма и людей, испытывающих постоянные физические нагрузки. В качестве продукта питания тилапия полезна для:

- нормализации работы нервной системы — ее рекомендуют включать в осенне-зимний рацион для предотвращения депрессии и упадка сил;
- борьбы с признаками старения — в этой рыбе содержится много витамина E, который является природным антиоксидантом;
- нормализации кроветворения — витамин K стимулирует выработку красных кровяных телец, поэтому эту рыбу рекомендуют употреблять при пониженном гемоглобине;
- для стимуляции умственной деятельности — из-за высокого содержания железа и фосфора, которые благотворно влияют на работу мозга.

Поскольку мясо тилапии содержит гораздо больше полиненасыщенных кислот ω -6, чем ω -3, которые не вырабатываются в организме человека, (их соотношение превышает 3 : 1, а в норме – примерно 1 : 1), то его нужно очень осторожно употреблять при сердечных патологиях, артритах и аутоиммунных заболеваниях. А также при разного рода аллергических заболеваниях, особенно — при астме. Кроме того, из-за дисбаланса жирных кислот тилапию не стоит употреблять каждый день даже при отсутствии каких-либо противопоказаний [10].

Из-за всеядности и неприхотливости тилапию нередко называют «мусорной рыбой» и не советуют употреблять в пищу, так как она может поедать разного рода потенциально опасные отходы [11]. Кроме того, эта рыба может жить и в загрязненных водах, насыщенных вредными веществами. Однако к продукции сертифицированных рыбоводных хозяйств, соблюдающих все биостандарты, это не имеет никакого отношения. Рыба, выращенная на таких фермах, имеет соответствующие сертификаты и абсолютно безопасна [4, 8].

Таксономическая принадлежность тилапий. Само название «тилапия» происходит от местного имени одной из крупнейших рыб этого семейства на языке африканского племени, живущего в районе озера Малави [12]. На ближнем востоке тилапии, как очень широко распространённые рыбы имеют большое культурное, пищевое и хозяйственное значение, а также множество местных, исторических и религиозных названий. Самые известные из них: амнун (на иврите), мушт (арабское), а также «рыба Святого Петра» [4]. В продуктовых магазинах Израиля иногда можно встретить ценники с весьма прозаическим товарным названием тилапии — «морской цыплёнок» или «речная курица» [13].

Таким образом, тилапии, или тилапии, — обобщённое название для нескольких сотен видов рыб, относящихся к разным родам семейства цихлид (*Cichlidae*). Это одно из самых многочисленных семейств костистых пресноводных рыб. Только в Больших Африканских озерах обитает до 200 видов,



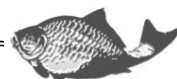
а всего известно около 1000 видов цихлид [14]. Они обитают почти во всех проточных и стоячих водоёмах тропической и субтропической зон земного шара. Считается, что это семейство в целом происходит из Малой Азии, а его отдельные роды имеют тропическое африканское происхождение, однако постепенно (со временем и при помощи людей) они широко распространились по всей Африке и большей части Азии. Цихлидам свойственно огромное видовое разнообразие, множество переходных и локальных форм, рас, большая внутривидовая вариабельность из-за широкого ареала обитания, локальности отдельных районов распространения, скрещивания с другими видами на границах ареала. Многие виды внутри родов и даже семейств легко скрещиваются и дают плодовитое потомство, что говорит о том, что видообразование у них не закончено и происходит до сих пор [15]. Рыб этого семейства отличает несколько характерных признаков:

- 1) высокое, сжатое с боков тело;
- 2) один длинный с большим количеством лучей плавник на спине;
- 3) по одному носовому отверстию с каждой стороны головы;
- 4) боковая линия прервана и состоит из двух частей: верхней и нижней;
- 5) забота о потомстве.

Собственно тилапии известны человеку более 3000 лет, их культивировали ещё в древнем Египте и именно они упомянуты в Библии [4]. В наши дни их культивируют как товарную столовую рыбу или декоративную даже в странах, в которых эти рыбы по разным причинам никогда не обитали и не могли выжить, например, в Финляндии или Австралии [8]. В умеренных широтах их успешно культивируют в промышленных условиях на теплых водах энергетических объектов или геотермальных водах, а в летнее время они хорошо развиваются в водоёмах-охладителях [16].

В 1970-х годах в большой род тилапии включали более ста видов, распространённых, в основном, в тропических областях. Впоследствии, в 1980-х годах из старого рода *Tilapia* сотрудницей Британского музея естественной истории доктором Э. Труэйвэйс на основании зоогеографических, филогенетических, морфологических и этологических особенностей было выделено 4 рода: *Oreochromis*, *Sarotherodon*, *Danakilia* (один вид *D. franchetti* Vinciguerra) и *Tilapia* [17]. Вышеперечисленные 4 самостоятельных рода объединены в трибу тилапии (*Tilapini*). В 1990-е годы анализ ДНК подтвердил отличия видов этих родов между собой [18].

Кроме того, тилапиями называют представителей нескольких небольших родов семейства цихловых, таких как геротилапия (*Gerotilapia*), хилотилапия (*Chilotilapia*), хоплотилапия (*Choplotilapia*), астатотилапия (*Astatotilapia*), хромидотилапия (*Chromidotilapia*), петротилапия (*Petrotilapia*), офтальмотилапия (*Ophthalmotilapia*), паратилапия (*Paratilapia*), оксиляпия (*Oxilapia*) и ксенотилапия (*Xenotilapia*) [13]. Наиболее перспективными с точки зрения аквакультуры являются представители родов *Oreochromis*, *Sarotherodon* и *Tilapia*, включающие в себя множество видов, подвидов, местных вариаций и натургибридов, часто очень близких, похожих друг на друга и с трудом различающихся [19]. Кроме того, в последние годы основные усилия селекционеров направлены на получение маскулинного стада. Например, в США



специально для промышленного рыбоводства был выведен неприхотливый и быстрорастущий гибрид «Florida Red», представляющая собой помесь альбиносных форм тилапий нильской (*Oreochromis niloticus*) и мозамбикской (*Oreochromis mossambicus*). А в 2015 г. в Китае были зарегистрированы 2 новые породы тилапии. Выведенная компанией «Guolian Aquatic» «Мэй Хуа Цзян № 1» (Mei Hua Jiang No. 1) вырастает до массы 0,6 кг в среднем за 198 дней, будучи при этом очень устойчивой к болезням и адаптированной к экстремальным температурам. Выведенная компанией «Tongwei Co.» «Чжун Вэй No. 1» (Zhong Wei No. 1) более эффективна с точки зрения кормопотребления и отличается высокой массой и большим количеством самцов [6]. Ниже рассмотрим общую систематическую принадлежность вышеуказанных родов тилапий.

Все 3 рода относят к семейству цихловых (*Cichlidae*), подотряда губановидных (*Labroidae*), отряда окунеобразных (*Perciformes*), надотряда колючепёрых (*Acanthopterygii*), инфракласса костистые (*Teleostei*), подкласса новопёрые (*Neopterygii*), класса лучепёрые (*Actinopterygii*) рыбы (Leveque, 1997). Между собой они различаются по таким морфометрическим показателям как: число жаберных тычинок, количество жестких и мягких лучей в спинном и анальном плавниках, число чешуи в боковой линии [9, 16].

Род *Oreochromis* — всеядны, достигают наибольшей массы, инкубация проходит во рту только у самок, пары перед нерестом не образуются, характерна полигамия. Половой диморфизм ярко выражен — самцы существенно превосходят по размерам самок, поэтому отбор самых крупных особей на племя без учета этого обстоятельства может привести к диспропорции в соотношении полов [9, 19].

Род *Sarotherodon* — всеядны, вынашивают потомство в ротовой полости только самцы (*S. melanotheron*) или оба родителя (*S. galilaeus*); половой диморфизм выражен слабо, характерна моногамия, переходящая в полигамию в случае преобладания самок [12, 16].

Род *Tilapia*, или *Coptodon* — зачастую с красной окраской груди и брюшка; исключительно либо преимущественно растительноядны; откладывают икру на субстрат и охраняют потомство, половой диморфизм отсутствует, характерна моногамия, причем пары образуются задолго до нереста. Включает в себя 5 подродов: *Dagatia*, *Heterotilapia*, *Neotrewavasiai*, *Pelmatolapia* и *Tilapia* [17].

Общая рыбоводно-биологическая характеристика видов тилапий, используемых в аквакультуре. Наиболее распространёнными объектами аквакультуры являются несколько видов тилапий из родов *Oreochromis*, *Sarotherodon* и *Tilapia* [20]. Краткая сравнительная рыбоводно-биологическая характеристика последних приведена ниже (табл. 1) [21].

Как видно из таблицы, будучи родом из пресных озёр, тилапии прекрасно выдерживают повышение солёности, чем активно пользуются рыбоводы, выращивая их в садках и лагунах [20]. Например, тилапия мозамбикская (*O. mossambicus*) нормально развивается и размножается с промежутками в 28–50 дней в воде солёностью 36,2‰, спокойно адаптируясь к потреблению морских водорослей. В то же время, по темпам роста культивирование тилапий в солёной воде проигрывает пресноводной аквакультуре [21, 22].



Таблица 1. Краткая рыбоводно-биологическая характеристика тилапий (по Привезенцеву Ю. А.)

Table 1. Summary fishery & biological characteristics of tilapia (according to Yu. A. Privezentsev)

Показатель / Indicator	Под <i>Oreochromis</i> Genus <i>Oreochromis</i>				Под <i>Sarotherodon</i> Genus <i>Sarotherodon</i>	Под <i>Tilapia</i> Genus <i>Tilapia</i>		
	<i>O. mossambicus</i>	<i>O. urolepis</i>	<i>O. macrochir</i>	<i>O. aureus</i>	<i>S. galilaeus</i>	<i>T. zillii</i>	<i>T. mariae</i>	<i>T. guineensis</i>
Репродуктивное поведение (вынашивание икры во рту) / Reproductive behavior (hatchery in the mouth)	♀	♀	♀	♀	♀, ♂	—	—	—
Естественный нерест / Nature spawning	—	—	—	—	—	На субстрате / On substrate		
Средняя товарная масса, г / Average market weight, g	200	250	250	200	250	250	250	250
Максимальная масса, кг / Maximum weight, kg	5	—	3	5	—	—	—	3
Начало созревания, мес. / The beginning of maturation, month.	3–7	—	5–7	7–8	5–7	—	—	5–7
Плодовитость, тыс. икринок / Fecundity, thousand roe	0,2–0,6	0,2–0,6	0,2–0,6	0,5–2	0,3–0,8	2–5	0,8–3	2–5
Период эмбрионального развития, сут. / The period of embryonic development, days.	5–7	—	5–7	5–7	7–10	—	—	—
Переносимая солёность, ‰ / Withstand salinity, ‰	до 15	Эвригалинный / Euryhaline	—	до 50	15–20	Пресноводные / Fresh-water		
Тип питания / Type of feed behavior	Всеядные / Omnivorous				Растительные / Herbivorous	Всеядные / Omnivorous		Растительноядные / Herbivorous

Также неприхотливы тилапии и к содержанию кислорода в воде. Несмотря на то, что это типичные донные рыбы, при необходимости они могут подниматься в поверхностный слой и дышать, прогоняя через жабры воду из поверхностного слоя воды, более насыщенного кислородом, благодаря соприкосновению с приповерхностным слоем воздуха [9]. Кроме того, им свойственно обогащать



газовый состав крови особым способом: «хлопая» у поверхности жаберными крышками, тем самым взбивая пену и пузырьки воздуха, что аэрирует воду [23]. Устойчивость к низкому содержанию кислорода в воде определяется рядом факторов (вид, возраст, степень зрелости половых продуктов, концентрация растворённых в воде солей, температура воды). Так, при температуре 25°C пороговое содержание кислорода для *O. mossambicus* составляет 0,58–0,64 мг/л, а для *S. melanotheron* — 0,65–0,70 мг/л. Групповой эффект увеличивает потребление кислорода в 1,2–1,8 раза. У половозрелых рыб потребление кислорода ниже, чем у неполовозрелых [19, 21].

Несмотря на то, что большинство тилапий — тропические рыбы, большинство из них могут существовать при весьма широком диапазоне температур — от 10 до 45°C. В то же время, при низких температурах их рост замедляется и при температурах ниже 13°C могут наблюдаться летальные исходы. Однако кратковременное зимнее понижение температуры до 8°C в Израиле в 1955–56 гг. тилапии перенесли благополучно [24]. При температуре воды около 17°C большинство тилапий прекращают потреблять корм, хотя уже при 19°C начинают готовиться к размножению. В холодной воде они собираются в крупные косяки и пребывают в состоянии оцепенения до потепления [20]. На величину пороговых температур влияет концентрация солей, растворённых в воде. В солоноватой и солёной воде тилапии более толерантны как к низкой, так и к высокой температуре [25].

Различия по способу и характеру питания у разных видов тилапий несущественные. Например, тилапии мозамбикская (*O. mossambicus*), золотая (*O. aureus*), мери (*T. mariae*) и нильская (*O. niloticus*) абсолютно всеядны [10]. У таких видов, как тилапия галилейская (*S. galilaeus*), мясистая (*T. sparrmanii*) и макрочир (*O. macrochir*) наблюдается акцент в сторону питания растительным планктоном. А в рационе тилапии меланоплеуры (*S. melanotheron*) и цилли (*T. zillii*) — и вовсе преобладает крупная водная растительность, они более других видов являются растительноядными [21]. У планктофагов длинные и тонкие жаберные тычинки, рыбы с короткими и редкими тычинками питаются крупным кормом. Молодь тилапий до 40–80 мм способна эффективно отфильтровывать и переваривать сине-зеленые водоросли [22]. А крупные взрослые особи, зачастую в половозрелом возрасте, переходят от агрессивной всеядности к питанию микропланктоном. При этом они не процеживают воду подобно толстолобам (*Hypophthalmichthys*), поскольку в их глотке формируются мощные слизистые железы, выделяющие вязкую клейкую слизь, слабо растворимую в воде. К ней и прилипают одноклеточные водоросли, составляющие основу пищи этих рыб. У всех видов тилапий, по мере роста рыб, спектр питания расширяется. В аквакультуре тилапии охотно поедают рисовые отруби, размолотый рис, жмыхи, разнообразные водные и наземные растения, а также всевозможные пищевые отбросы и искусственные корма [9]. Их неоспоримым преимуществом является то, что для хорошего роста им нужно небольшое количество белков животного происхождения (10–20% рыбной муки), а основой всех кормов для этих рыб являются именно дешевые растительные белки. В качестве белковых добавок используют хлореллу, сухой помет птиц, активный ил бытовых сооружений и др. Суточная норма корма для различных видов составляет 2–5% от массы тела, с содержанием протеина 15–20%. Для молоди эти показатели значительно выше [11]. Следует отметить, что при кормлении тилапий как рыб с длинным



кишечником особенно важны балластные вещества или пищевые волокна (в основном — целлюлоза и пектин). Они создают чувство сытости при меньшем количестве потреблённых калорий, сорбируют продукты обмена и нормализуют деятельность желудочно-кишечного тракта, способствуя продвижению пищи по кишечнику. Для всеядных и рыбоядных видов тилапий необходимы 1–2% этих веществ, а для растительоядных — 3–5% [20, 26]. Режим и нормы кормления в значительной степени определяют результаты выращивания. Поскольку тилапии имеют небольшой рудиментарный желудок, их следует кормить многократно в течение суток. Для этого применяют нормированное кормление, при котором рассчитывают норму кормления и режим внесения корма, или кормление рыбы по потребности (бионический метод), применяя различного рода автокормушки. В случае использования бионического метода прироста массы выше, в среднем на 72%, а кормовой коэффициент составляет 1,6, против 2,3 при ручном кормлении [20, 27].

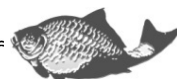
Практически у всех видов тилапий образ жизни связан с непрерывным рытьём и «пережёвыванием» грунта. В связи с этим, в их питании особая роль отведена полуразложившимся органическим донным отложениям — именно аминокислоты, содержащиеся в детрите являются своеобразным ускорителем роста этих рыб [28]. Например, при выращивании мозамбикской (*Oreochromis mossambicus*) и золотой (*Oreochromis aureus*) тилапий доля детрита в питании молоди составляла соответственно 43,3 и 49,9% содержимого кишечника. В питании половозрелых особей этих видов на долю детрита приходится от 49,9 до 87,7% содержимого кишечника [19].

Для тилапии характерна высокая пластичность роста. Скорость роста и конечные размеры рыб одного вида сильно колеблются в зависимости от условий выращивания (температуры воды, размеров и глубины водоёма, его зарастаемости и кормовой базы, гидрохимического режима, состава ихтиофауны) [9, 11]. Например, *O. mossambicus* во Вьетнаме достигает в 10-месячном возрасте массы 850 г, а в Индонезии за тот же срок она может иметь массу до 2,5 кг [29].

Сезон размножения у большинства видов наступает при температуре 26–30°C. Самцы становятся агрессивными, и каждый из них занимает охраняемую им территорию. В зависимости от вида, она может колебаться от 0,5 до 6,0 м² [16].

Нерест у тилапий в благоприятных условиях происходит через небольшие промежутки времени, но с возрастом его периодичность снижается. Кроме того, половая активность падает при снижении температуры ниже оптимального порога [24]. Так, если в тропическом поясе тилапии способны размножаться в течение всего года, то в субтропиках в течение нескольких теплых месяцев, а на границах ареала обитания рыбы размножаются только несколько недель в году [30]. Средняя продолжительность интервалов между нерестами у самок тилапий из рода *Oreochromis* составляет 28 суток [24].

Массовый отбор в маточное стадо проводят среди молодых, впервые созревающих производителей в основном по массе и экстерьеру. В дальнейшем производителей оценивают по качеству потомства. При массовом отборе следует принимать во внимание наличие у тилапии полового диморфизма. Оптимальное соотношение самцов и самок тилапий, относящихся к разным родам, заметно различается. Это необходимо учитывать при формировании маточных стад. У тилапий рода *Oreochromis* оптимальное соотношение самцов и самок 1 : 5–1 : 7. У



тиляпий рода *Sarotherodon* к одной самке подсаживают 1–2 самцов. У тилапий рода *Coptodon*, откладывающих икру на субстрат, соотношение самцов и самок 1 : 1 [9]. Пол тилапий можно определить по половой папиле. У самцов она удлиненной конической формы и оканчивается мочеполовым отверстием, а у самок она короткой цилиндрической формы. Кроме того, половое отверстие у них расположено отдельно от мочевого и находится на передней стороне папилы, ближе к её вершине. Следует заметить, что у тилапий наблюдаются случаи гермафродитизма, характеризующиеся присутствием в семенниках зрелых ооцитов. Кроме того, существенное влияние на выживаемость личинок тилапии оказывает размер икры. Поэтому при отборе производителей предпочтение следует отдавать особям с более крупной икрой [9, 31].

Плодовитость у тилапий разных родов существенно различается. Так, виды, не охраняющие потомство, имеют значительно большую плодовитость. Например, самка тилапии цилли (*Tilapia zillii*) может откладывать 5 тыс. икринок и более. У тилапий, инкубирующих икру в ротовой полости, плодовитость заметно ниже. Величина рабочей плодовитости зависит от массы самки: тилапия мозамбикская (*Oreochromis mossambicus*) может выметать за один нерест, в зависимости от массы тела и условий содержания, от 100 до 2500 икринок [9, 20]. Периодическое извлечение икры у инкубирующих самок — один из методов увеличения их плодовитости. Снижение периода инкубации икринок приводит к увеличению общего числа нерестов [32]. Например, при извлечении эмбрионов из ротовой полости самки на 5-е сутки, продолжительность интервала между нерестами сокращается до 20 суток. Отобранных эмбрионов помещают в инкубаторы вместимостью 1 л (типа аппаратов Вейса), личинки всплывают, а когда переходят на внешнее питание, их переводят в лотки вместимостью 80 л [12].

При выборе технологии заводского воспроизводства тилапий необходимо принимать во внимание особенности их размножения. Например, половозрелые тилапии рода *Oreochromis* в условиях оптимального температурного режима и хорошей обеспеченности кормом способны регулярно откладывать икру через 25–35 суток, а искусственное прерывание вынашивания потомства у самок на 1–5 сут. после нереста приводит к ускорению икрометания [9, 33].

Для всех видов тилапий характерны очень высокие темпы роста, в среднем они достигают половой зрелости уже до года, а самцы несколько опережают самок. В благоприятных условиях и при температуре воды 25–30°C дальнейший нерест может происходить регулярно, примерно раз в месяц [24]. Кроме того, почти все виды тилапий обладают ещё и скрытым гермафродитизмом и обладают способностью к постепенной перемене пола (чаще от самки к самцу) в результате сложного сочетания внешних и внутренних факторов [34]. Обычно тилапия достигает половой зрелости в начале второго года жизни при весе около 100 г, многие особи созревают уже в конце первого лета и только осеннее понижение температуры не дает им возможности выметать икру. С наступлением половой зрелости рост тилапий замедляется, но после нереста его темп возрастает, и ежедневный прирост составляет 3,0–3,5 г [12, 20].

Все тилапии проявляют заботу о потомстве. Отношения между самкой и самцом могут быть моногамными или полигамными. Видам, используемым в аквакультуре, зачастую свойственна полигиния, когда один самец нерестится с



несколькими самками. Такой нерест может быть почти одновременным, как у инкубирующих во рту рыб, когда за день самец может оплодотворить икру нескольких самок, либо поочередным, когда нерест с разными самками происходит по мере того, как ослабевает забота о подросших мальках [35]. Это типично для большинства видов, откладывающих икру на субстрат, хотя моногамные связи в этой группе тоже распространены. Известны у цихлид и случаи полиандрии, когда одна самка нерестится с несколькими самцами. Чаще всего это бывает у инкубирующих во рту, когда самцы враждуют между собой и оплодотворение происходит не одновременно несколькими мужскими особями, а по очереди: выметав порцию икры и оплодотворив её, самка перемещается на участок другого самца и продолжает икрометание. Это стратегия, обеспечивающая большое генетическое разнообразие [36]. Инкубирующие во рту тилипии (в основном из рода *Oreochromis*) после оплодотворения забирают икру в рот и долгое время (до месяца) инкубируют икру и выдерживают мальков во рту, с каждым днём всё дольше и дальше выпуская их на кормление и, таким образом, постепенно приучая к самостоятельному образу жизни (рис. 1).

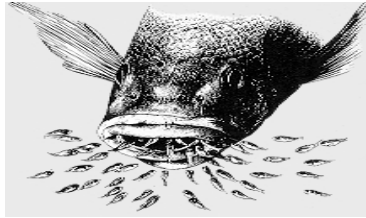


Рис. 1. Мальки прячутся во рту у родителя

Fig. 1. The fry are hiding in the mouth of the parent specimen

Естественный «инкубатор» во рту у родителей защищает потомство от грибковой и прочей болезнетворной флоры и фауны. Слизистая оболочка ротовой полости взрослой рыбы вырабатывает секрет, угнетающе действующий на патогенную микрофлору. Непрерывное перемешивание икры и личинок в ротовой полости способствует лучшей аэрации и более тесному контакту с секретом слизистой. Постоянно вентилируя и перебирая икру во рту, тилипия ещё и отбраковывает «на ощупь» не оплодотворённые, ослабленные и заболевшие икринки, чем обеспечивает (методом своеобразного искусственного отбора) равномерно сильное потомство. Самки инкубируют икру и держат личинок в ротовой полости в зависимости от температуры воды в течение 10–15 дней. Например, при температуре 27°C эмбриональное развитие занимает 3–5 суток, выклев личинок на 5–е сутки, начало их выхода из ротовой полости — на 11-е, а окончание — на 16-е [9]. В то же время эти величины могут колебаться в зависимости от возраста самки и размера молоди. Вынашивание личинок в ротовой полости представляет идеальную защиту потомства от хищников и обеспечивает молоди при переходе на активное питание уменьшение энергетических затрат на поиски пищи, так как самка выпускает личинок в местах наибольшей концентрации зоопланктона. Однако в аквакультуре работы с такими самками нецелесообразны, в первую очередь потому, что они перестают расти, не питаются и сильно худеют. Другим преимуществом использования в аквакультуре самцов тилипий является то, что затраты в их организме на генеративный обмен намного меньше, чем у самок, вследствие чего противоречие между ростом самого организма и становлением воспроизводительной системы



менее выразительно. В результате развитие семенников может проходить при интенсивном росте рыбы, в отличие от самок. Поэтому усилия рыбководов направлены на получение лишь одних самцов — маскулинизацию стада — которые быстрее достигают товарного размера [20, 37].

Процесс маскулинизации происходит при помощи изменения температур или более распространенным способом — гормональным. После нереста самку берут за хвост и вытряхивают изо рта икринки. Икру инкубируют, а когда появившиеся личинки начинают питаться, им дают корм, содержащий мужской половой гормон тестостерон [38]. Рекомендуется использовать молодь длиной 9–11 мм при плотности посадки в бассейны 2600–3000 экз./м³. Доза гормона этинилтестостерона — 60 мг, метилтестостерона — от 30 до 60 мг на 1 кг корма. Время скармливания от трех до шести недель. Выход самцов достигает 80–100 %. Генетика у тилапий не меняется и при этом способе нет нужды вести отдельно двуполоую линию, так как достаточно часть потомства каждый раз вовремя отсаживать «на племя» [39]. Для потребителя ничего опасного в такой обработке нет. Во-первых, рыбы получают очень маленькие количества гормона — микрограммы, а во-вторых, при любой термической обработке — варке, жарке, запекании — гормоны разрушаются. Следует отметить, что использование гормональных препаратов для получения однополого потомства довольно трудоёмко и требует определенных навыков при работе с большим количеством молоди. Перспективным является получение гибридов с выходом самцов от 80 до 100%, которых и выращивают как товарную рыбу [9] (табл. 2).

Таблица 2. Варианты межвидовой гибридизации для маскулинизации стада

Table 2. Variants of interspecific hybridization for masculinization of the herd

♀	♂	% ♂
<i>O. aureus</i>	<i>O. urolepis hornorum</i>	100
<i>O. niloticus</i>	<i>O. urolepis hornorum</i>	100
<i>O. niloticus</i>	<i>O. aureus</i>	80–90
<i>O. niloticus</i>	<i>O. mossambicus</i>	85

Следует отметить, что при использовании гибридов необходимо содержать и чистые линии для получения производителей.

Однако не все тилапии инкубируют икру во рту. Некоторые виды (например, тилапия цилли и зебровая тилапия) мечут икру традиционным для рыб образом, в грунт или на камни, впоследствии бдительно и агрессивно охраняя территорию [39]. Кроме того, они при помощи движения плавников, обдают кладку потоками воды, таким образом инкубируя её в течение двух дней. После выклева эмбрионы находятся 3–4 дня в гнезде, после чего переходят на активное питание [9].

Выход личинок при естественной инкубации достигает 98%. Проводить инкубацию икры можно в аппаратах Вейса или в небольших ёмкостях вместимостью 3–5 л с подачей воздуха. Хорошие результаты получают при инкубации икры и содержании эмбрионов в 8%-ном растворе поваренной соли — выход эмбрионов составляет 80–95 % [12].

Благодаря высокоразвитой сигнальной системе общения и ярко выраженному



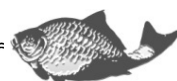
территориальному инстинкту тилапии являются излюбленным материалом для биологических исследований в области зоопсихологии и подводной акустики. Так, эти рыбы общительны, отличаются жизнерадостным характером и очень богатым поведением. Они с готовностью реагируют на своего хозяина, привязываются к нему, отличают от прочих людей и с лёгкостью вырабатывают многочисленные и сложные условные рефлексы, не уступая в этом отношении большинству привычных домашних животных [39]. При содержании в аквариуме тилапии драчливы и сильно роются в грунте, не допуская на «свой участок» ни одной чужой рыбы, а зачастую и не оставляя в окрестностях ни одного растения. Для содержания тилапий требуется весьма просторный аквариум с небольшим количеством сильных растений и многочисленными укрытиями и лабиринтами из камней.

Культивирование тилапий в Израиле имеет длительную историю, описанную ещё в Библии, и с начала 1950-х годов характеризуется стремительным ростом. Например, тилапии являются объектами как рыболовства (например, в 2004 г. из озера Кинерет было выловлено более 300 тонн этих рыб), так и рыбоводства (в том же 2004 г. было выращено 9270 тонн) [4]. Более того, в пустынях Негев и Арава тилапий выращивают на подземных водах, высокая минерализация которых делает их непригодными для сельского хозяйства. Следует заметить, что помимо аборигенных видов тилапий (астатотилапии флавия, тилапии цилли, израильской, галилейской и нильской) в страну были завезены другие виды тилапий (например, тилапия мозамбикская и макрочире) которых успешно культивируют в разных типах хозяйств [40]. Кроме того, как было замечено выше, в Израиль импортируют мороженную тилапию из стран Юго-Восточной Азии, хотя во многие из них впервые эти виды были завезены именно из Израиля (табл. 3).

Таблица 3. Вселение тилапий в страны Азии и Океании [39]

Table 3. The introduction of tilapias into the countries of Asia and Oceania [39]

Вид / Species	Страна-реципиент / Country retsepiient	Страна-интродуцент / Country introductory	Дата первого вселения / Date of first introduction	Цель вселения / The purpose of the introduction
<i>Oreochromis aureus</i>	Вьетнам / Vietnam	Китай / China	2002	аквакультиви- рование / aquaculture
	Китай / China		1981	
	Мьянма / Myanmar		1977	
	Таиланд / Thailand	Израиль / Israel	1970	
	Тайвань / Taiwan		1974	
	Фиджи / Fiji		1974	
	Филиппины / Philippines	США / USA	1977	
	Япония / Japan	Тайвань / Taiwan	1980	
	Австралия / Australia	неизвестно / unknown	неизвестно / unknown	неизвестно / unknown
	Сингапур / Singapore			
Пакистан / Pakistan	Египет / Egypt		1985	рыбная ловля / fishing



ТИЛЯПИЯ (*TILAPINIA*) КАК ОДИН ИЗ ОСНОВНЫХ ОБЪЕКТОВ СОВРЕМЕННОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ.
ОПЫТ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ В ИЗРАИЛЕ (ОБЗОР)

Продолжение табл. 3

Continue tab. 3

Вид / Species	Страна-реципиент / Country retseptient	Страна-интродуцент / Country introductory	Дата первого вселения / Date of first introduction	Цель вселения / The purpose of the introduction
<i>Oreochromis macrochir</i>	Япония / Japan	США / USA	1964	аквакультиви- рование / aquaculture
	Китай / China		1981	
	Индия / India	Таиланд / Thailand	1952	рыбная ловля / fishing
	Пакистан / Pakistan	Египет / Egypt	1951	
	Индонезия / Indonesia	Восточная Африка / East Africa	1939	неизвестно / unknown
	Непал / Nepal	Таиланд / Thailand	1988	
<i>Oreochromis mossambicus</i>	Камбоджа / Cambodia	Вьетнам / Vietnam	1980	
	Кирибати / Kiribati	Израиль / Israel	1963	
	Китай / China	Сингапур, Таиланд / Сингапур, Thailand	1940	
	Мьянма / Myanmar	Китай / China	1957	
	Сингапур / Singapore	Индонезия / Indonesia	1943	
	Соломоновы острова / Solomon islands		1957	
	Французская Полинезия / French polynesia	Израиль / Israel	1950	
	Мальдивы / Maldives		1965	аквакультиви- рование / aquaculture
	Микронезия / Micronesia		1970	
	Тайвань / Taiwan	Индонезия / Indonesia	1944	
	Таиланд / Thailand		1949	
	Фиджи / Fiji	Малайзия / Malaysia	1954	
	Филиппины / Philippines		1950	
	Бангладеш / Bangladesh		1954	
	Индия / India	Таиланд / Thailand	1952	
	Южная Корея / South Korea		1953	
	Япония / Japan		1954	
	Австралия / Australia	Израиль / Israel	неизвестно / unknown	декоративная / decorative



Вид / Species	Страна-реципиент / Country recipient	Страна- интродуцент / Country introductory	Дата первого вселения / Date of first introduction	Цель вселения / The purpose of the introduction
<i>Oreochromis niloticus</i>	Бангладеш / Bangladesh		1974	
	Индия / India	Таиланд / Thailand	1990	
	Малайзия / Malaysia		1974	
	Вьетнам / Vietnam	Тайвань / Thailand	1973	
	Китай / China	Судан / Sudan	1978	
	Тайвань / Taiwan		1965	
	Индонезия / Indonesia	Япония / Japan	1971	аквакультиви- рование / aquaculture
	Таиланд / Thailand		1966	
	Мьянма / Myanmar		1977	
	Непал / Nepal		1985	
	Сингапур / Singapore	Израиль / Israel	1970	
	Филиппины / Philippines		1970	
	Фиджи / Fiji		1968	
	Япония / Japan	Египет / Egypt	1962	
	Шри-Ланка / Sri Lanka	неизвестно / unknown	неизвестно / unknown	неизвестно / unknown
	Пакистан / Pakistan	Египет / Egypt	1985	рыбная ловля / fishing
Китай / China	Япония / Japan	1966		
Индонезия / Indonesia	Тайвань / Taiwan	1969	аквакультиви- рование / aquaculture	
Пакистан / Pakistan	Египет / Egypt	1985		
Непал / Nepal	Таиланд / Thailand	1988		
<i>Oreochromis spilurus</i>	Филиппины / Philippines	Тайвань / Taiwan	1979	аквакультиви- рование / aquaculture
	Индонезия / Indonesia	Филиппины / Philippines	1980	
<i>Oreochromis urolepis</i>	Япония / Japan	Израиль / Israel	1981	аквакультиви- рование / aquaculture
	Фиджи / Fiji	Китай / China	1985	
	Китай / China	Коста-Рика / Costa Rica	1981	
	Шри-Ланка / Sri Lanka	Восточная Африка / East Africa	1969	
	Тайвань / Taiwan	Китай / China	неизвестно / unknown	неизвестно / unknown



**ТИЛЯПИЯ (*TILAPINI*) КАК ОДИН ИЗ ОСНОВНЫХ ОБЪЕКТОВ СОВРЕМЕННОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ.
ОПЫТ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ В ИЗРАИЛЕ (ОБЗОР)**

Продолжение табл. 3

Continue tab. 3

Вид / Species	Страна-реципиент / Country retsepiant	Страна-интродуцент / Страна-интродуцент	Дата первого вселения / Date of first introduction	Цель вселения / The purpose of the introduction
<i>Sarotherodon galilaeus</i>	Китай / China	Африка / Africa	1981	аквакультиви- рование / aquaculture
	Япония / Japan	США / USA	1964	
<i>Sarotherodon melano-theron</i>	Китай / China	Гана / Ghana	2002	аквакультиви- рование / aquaculture
	Япония / Japan	США / USA	1960	
<i>Tilapia mariae</i>	Австралия / Australia	Израиль / Israel	1960	декоративная / decorative
<i>Tilapia rendalli</i>	Шри-Ланка / Sri Lanka	Заир / Zaire	1955	аквакультиви- рование / aquaculture
	Тайвань / Taiwan	Восточная Африка / East Africa	1969	
	Китай / China	Южная Африка / South Africa	1981	рыбная ловля / fishing
	Таиланд / Thailand	Бельгия / Belgium	1955	
<i>Tilapia sparrmanii</i>	Япония / Japan	США / USA	1959	аквакультиви- рование / aquaculture
<i>Tilapia zillii</i>	Фиджи / Fiji	Гавайи / Hawaii	1957	аквакультиви- рование / aquaculture
	Япония / Japan	Египет / Egypt	1962	
	Китай / China	Южная Африка / South Africa	1963	
	Гуам / Guam	Гавайи / Hawaii	1956	
	Тайвань / Taiwan	Южная Африка / South Africa	1981	
	Филиппины / Philippines	Израиль / Israel	1970	
	Таиланд / Thailand	Малайзия / Malaysia	1949	
	Шри-Ланка / Sri Lanka	Восточная Африка / East Africa	1969	

В Израиле тилapia популярна благодаря своему диетическому мясу, которое ценится выше мяса карпа — на уровне лосося. Объем продаж тилapiи примерно соответствует таковому карпа [41]. Потребление тилapiи постоянно растет, в том числе и по демографическим причинам: происходит смена пожилых ашкенази (субэтнической группы евреев, сформировавшейся в Центральной Европе и исповедующих иудаизм германского канона), для которых основной рыбой был



карп, на молодежь, которая, как и сефарды (евреи-репатрианты из арабских стран, курдистанские, персидские, афганские, среднеазиатские, грузинские, кавказские и кочинские евреи, исповедующие иудаизм испанского канона), предпочитает тилипию [13].

Ниже мы рассмотрим основные виды тилипий, использующихся в аквакультуре Израиля.

Золотая или израильская тилипия (*Oreochromis aureus* Steindachner, 1864) из рода *Oreochromis* (рис. 2).



Рис. 2. *Oreochromis aureus*

Fig. 2. *Oreochromis aureus*

Нативный ареал обитания распространяется на Северную (Алжир, Ливия, Марокко, Тунис) и Западную Африки (Сахель, Судан, тропические леса гвинейского региона), а также и Ближний Восток. В 1961 году была завезена в США, где позже нанесла значительный экологический ущерб и была объявлена инвазивным видом. Ввиду исключительной толерантности к понижению температуры (выдерживает температуры от 8 до 41°C) и солёности воды (до 45‰), часто используется для аклиматизации в Европе [42]. В Украину она завезена в 1983 г. Однако оптимум температуры воды для неё составляет 22–35°C, а пороговые температуры – 10–15 и 38–42°C. Средняя длина 20 см, но достигает 45 см и массы 2,7 кг. Живет в среднем до 5 лет, но возможны случаи — и до 12 лет. Туловище довольно высокое, сжатое с боков, несёт один большой (до 34 лучей) спинной плавник. Голова относительно короткая и широкая, что связано с особенностями их размножения — инкубацией икры и выдерживанием личинок в ротовой полости [43]. 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 или ктеноидного типа. Количество позвонков — 25–33. Полифаг, основной корм — планктон. Кишечник в 3–8 раз длиннее тела, сечение почти одинаковое по всей его длине. Желудок однокамерный, без пилорических придатков, на его дне расположены железы. В пилорическом отделе желудка мышцы толстые. Переваривание всех химических компонентов пищи завершается при прохождении 2/3 длины кишечника [44]. Плавательный пузырь очень тонкий, замкнутый. Внутривисцеральный жир располагается вокруг печени и гонад и вдоль кишечника. *O. aureus* имеет диплоидное (2n) хромосомное число 44 и гаплоидное/гаметное (n)



22, с лёгкостью образуя гибриды с другими видами тилапий. Половая зрелость наступает в возрасте 2–3 месяцев при длине около 10 см. Половой диморфизм ярко выражен — самки намного меньше самцов. Кроме того, у самцов более крупные челюсти и массивная голова, плавники у них больше, спинной и анальный заострённые и удлинённые. Они ярче окрашены и более агрессивны. Для нереста необходима минимальная температура 20°C, желателен длительный световой день — короткий способен ингибировать нерест [45]. Нерест происходит на мелководьях, покрытых растительностью. Самцы перед нерестом занимают выбранную территорию, изгоняя с неё более слабых самцов и неготовых к нересту самок. После этого они при помощи плавников и рта расчищают территорию и роют яму глубиной до 60 см и диаметром 4–6 м. Потом происходит ритуал ухаживания с пощипыванием и разворотом хвоста. Самка, готовая к нересту, откладывает икру в гнездо, а самец оплодотворяет её, после чего она забирает икру в рот, где проходит эмбриональное развитие. Самки с оплодотворённой икрой уплывают на глубину, в то время как самцы возобновляют нерестовую деятельность с другими самками. Плодовитость составляет от 160 до 1600 икринок в зависимости от размера самок. Икра желто-коричневого цвета, вытянутой яйцевидной формы. В зависимости от возраста самки, её диаметр варьирует от 2 до 4 мм. В течение 2–4 дней после оплодотворения, в зависимости от температуры, появляется эмбрион, который 3–4 дня питается желтком. Личинки пребывают в ротовой полости самки до достижения длины 1 см, после чего в течении 5 дней плывут рядом с её головой, при малейшей опасности прячась у неё во рту [46, 47]. *O. aureus* выживает при понижении температуры воды до 6,7–8,0°C и содержания растворённого кислорода до 0,2–0,3 мг/л. При благоприятных условиях среды эта рыба достигает товарной массы 200–400 г уже за 6–8 мес.

Нильская тилапия (*Oreochromis niloticus*) из рода *Oreochromis*. Нативный ареал нильской тилапии охватывает тропические и субтропические области северо-восточной, центральной и западной Африки и Ближнего Востока. Широко распространена в бассейнах рек Нил и Нигер, в озёрах Танганьика, Баринго, Крейтер, Киву, Рудольф, Тана, встречается в реке Яркон (Израиль) [4]. Интродуцирована в водоёмы многих стран мира, включая такие страны и регионы как Южная Африка, Азия, Юго-Восточная Азия, Латинская Америка, США. Максимальная длина тела — 60 см, максимальный вес — 4,3 кг, максимальная продолжительность жизни — 9 лет. Сжатое с боков тело покрыто циклоидной чешуёй. Спинной плавник длинный, с 16–17 жёсткими лучами и 11–15 мягкими ветвистыми лучами. Жёсткая и мягкая части спинного плавника не разделены. Анальный плавник с 3 жёсткими и 10–11 мягкими лучами. Высота хвостового стебля равна его длине. Хвостовой плавник усечённый. Выпуклость на верхней части рыла отсутствует. На первой жаберной дуге 27–33 жаберных тычинок [48]. Боковая линия прерывистая. Окраска туловища серебристая, с чуть голубоватым отливом. Спина темнее брюшка. На теле имеются чётко выраженные поперечные полосы, достигающие нижней трети брюшка. Точечные пятна на хвостовом плавнике собраны в концентрические полосы. В нерестовый период появляется брачная окраска, особенно явно выраженная у самцов. Спина и бока приобретают светло-оранжевую окраску, а брюшко — оранжево-красную; на нижней челюсти



появляется красно-оранжевое пятно [49]. Брюшные, спинной и анальный плавники становятся красноватыми, на хвостовом плавнике появляются многочисленные чёрные полосы (рис. 3).

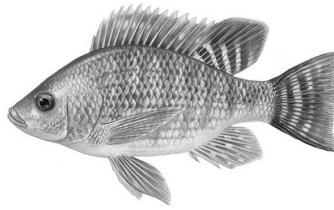


Рис. 3. *Oreochromis niloticus*

Fig.3. *Oreochromis niloticus*

Полифаг, основным кормом служат макрофиты, однако в состав рациона входят фитопланктон, зелёные (*Chlorophyta*) и сине-зелёные водоросли (*Cyanobacteria*), диатомовые водоросли (*Diatomeae*, или *Bacillariophyceae*), личинки воздушных насекомых, водные насекомые и икра рыб [24, 50]. Наблюдается сезонное изменение спектра питания. Может служить биологическим мелиоратором, контролирующим численность малярийных комаров (*Anopheles*) [51]. Полового созревания достигает в возрасте 5–6 месяцев. Нерест проходит при температуре выше 24°C. Самец строит гнездо на мелких прибрежных участках, среди скоплений нитчатых водорослей, выкапывая хвостом небольшую ямку в грунте, и охраняет нерестовую территорию. Наблюдаются ухаживания самца за самой зрелой самкой. После выметывания нескольких порций икры и оплодотворения спермой самца, самка собирает икру в ротовую полость и удаляется от гнезда. Таких особей нетрудно отличить по характерному подчелюстному мешку и периодическим «жующим» движениям челюстей, вследствие чего происходит перемешивание икры во рту [52]. Плодовитость — от 100 до 1500 икринок, в зависимости от размера самок. Самец в том же гнезде оплодотворяет икру другой самки. Икра развивается во рту самки в течение 3–4 дней. Личинки также держатся во рту самки или рядом с её головой в течение 1–2 недель до полного рассасывания желточного мешка [53]. В это время самка не питается. Даже после перехода на активное питание они могут при опасности прятаться во рту или под жаберными крышками самки. После перехода личинок на активное питание, что совпадает с их первым выходом из ротовой полости (на 11–13 сутки после нереста), у самок начинают активно расти ооциты новой генерации, которые будут выметаны при следующем нересте [51]. В тех частях ареала, где температура в зимние месяцы опускается ниже оптимума, нерест прекращается. В тропических областях нерест продолжается круглый год [54].

Из-за своей выносливости и всеядности с древних времён эта рыба была чрезвычайно распространена по всему бассейну Нила. Благодаря своему яркому, запоминающемуся образу жизни и поведению она была самой распространённой разновидностью рыб в египетской письменности и искусстве. Несмотря на довольно невзрачный внешний вид, отсутствие ярких плавников или контрастной окраски, для тилляпии нильской ещё со времён Древнего Царства около домов и в парках строили специальные бассейны, в которых её разводили и содержали как



священное (тотемное) животное. Известны египетские фрески XV в. до н.э. (времена царицы Хатшепсут и Аменхотепа II), изображающие тилапию как тотемное животное, плавающее в специальном бассейне. Тилапия нильская даже вошла в древнеегипетскую письменность в качестве одного из составных иероглифов. Сам по себе иероглиф, соединявший в себе два значка, расположенных друг над другом: вода и рыба с высоким плавником (тилапия нильская) расшифровывался как слог «инт». Постепенно упрощаясь и видоизменяясь вместе с развитием письменности, этот иероглиф во времена Среднего и Позднего Царства произносился уже как «ин», а в египетской скорописи имел вид двух кривых полос, расположенных друг над другом (одна из этих полос в форме петли — изображала тилапию). А способ охраны мальков трансформировался у древних египтян в прекрасный декоративный мотив, где тилапия с цветком лотоса во рту символизирует возрождение, новую жизнь после смерти [4, 13].

Мозамбикская тилапия (*Oreochromis mossambicus*) — наиболее мелкий представитель рода *Oreochromis* (рис. 4).



Рис. 4. *Oreochromis mossambicus*

Fig. 4. *Oreochromis mossambicus*

Родом из Южной Африки (Ботсвана, Лесото, Намибия, Свазилленд, Южно-Африканская Республика). В настоящее время встречается в тропических и субтропических водоёмах по всему земному шару, а в некоторых странах признана инвазивным видом. Invasive Species Specialist Group (ISSG) («Группа Специалистов по Инвазивным Видам») включила её в список 100 наиболее вредных инвазивных видов мира. Она наносит вред коренным популяциям рыб из-за конкуренции в пище и местах для нереста, а также непосредственно поедая мальков. Например, на Гавайях лобан (*Mugil cephalus*) находится в опасности из-за введения этого вида, а в США — пятнистый ципринодон (*Cyprinodon macularius*). Несмотря на это, в природном ареале обитания — от дельты реки Замбези до реки Бушменов, она находится в опасности из-за конкуренции с инвазивной нильской тилапией (*Oreochromis niloticus*). В Израиль она была завезена в 50-х годах XX века для использования в аквакультуре, однако в скором времени была произвольно внесена в природные водоёмы, где широко распространилась и начала образовывать гибриды с нильской и галилейской тилапиями. Следует отметить, что в данном случае вселение прошло успешно — вид занял свободную экологическую нишу и нарушений баланса в экосистемах не произошло [4].

Мозамбикская тилапия достигает веса около 1200 г при длине около 40 см. Продолжительность жизни — до 11 лет. Туловище уплощённое с боков, с длинными спинными плавниками, передняя часть которых снабжена иглами.



Окрас туловища тёмный, матово-зеленый или желтоватый, хотя неполовозрелые особи и самки могут быть светлее. В спинной части, имеются тёмные точечные пятна, собранные в несколько рядов продольных полос. Поперечных полос нет. Точечные пятна на хвостовом плавнике не образуют концентрических полос, как у галилейской и нильской тилапий, а разбросаны беспорядочно. Размер и окрас могут отличаться у особей, содержащихся в неволе, и у особей из акклиматизированных популяций под давлением факторов внешней среды [55]. Это чрезвычайно здоровая и плодовитая рыба, без труда приспосабливающаяся к доступным источникам пищи и способная размножаться в субоптимальных условиях. Она выживает в солоноватой воде и переносит температуру ниже 10°C и выше 38°C [56].

Половая зрелость наступает в возрасте 5 месяцев при длине 6–10 см; рабочая плодовитость — от 0,1 до 2,5 тыс. икринок. Первым шагом в репродуктивном цикле мозамбикской тилапии является выкапывание самцом ямки, куда самка может выметать икру. После того, как икра отложена, самец оплодотворяет её. Плодовитость колеблется от 200 до 4000 икринок, в зависимости от размера и возраста самки. Нерест возможен каждые 4–8 недель, а число икрометаний при благоприятных условиях достигает 16 в год. Темпы роста и сроки полового созревания могут сильно колебаться в зависимости от условий окружающей среды. После оплодотворения самка прячет икру в рот, где она инкубируется до выклева личинок. Икра не клейкая, грушевидной формы, диаметром от 1 до 2 мм, массой 1–4 мг, с небольшим перивителлиновым пространством. Оболочка икринок довольно прочная, слабо прозрачная. Набухание икры продолжается 2 часа при температуре 26–28°C. Первые бластомеры появляются через 2–3 часа после нереста. Закрытие бластопора и начало гастрюляции наблюдаются через 8–12 часов, формирование тела эмбрионов — через 10–14 часов. Начало движений эмбриона — через 32–36 часов при длине 2,0–2,5 мм. Через 36–38 часов у него начинает пульсировать сердце, глаза приобретают серые пигментные клетки, а в головном отделе и вдоль кишечной трубки появляются большие темные клетки. Через 38–42 часа начинается кровообращение, но в крови эритроциты «проступают» не сразу: вначале они светло-оранжевые и лишь со временем приобретают красную окраску. Уже через 45–55 часов движение крови можно отчетливо проследить в периферических сосудах. Глаза приобретают черный блеск с сине-зеленым отливом. Появляются ротовое отверстие и жаберные лепестки. Выклев отмечается через 60–68 часов. В возрасте 2–3 суток после выклева личинки становятся подвижными, а на 3–4-е сутки всплывают к поверхности и переходят на активное питание [12]. Питание личинок разнообразное: сперва одноклеточными водорослями (например, хлореллой), при рассасывании желточного мешка — мелкими формами зоопланктона, после может проявляться каннибализм. При длине 2 см они активно потребляют бентосные организмы [24]. Взрослые особи всеядны, питаются детритом, диатомовыми водорослями, беспозвоночными, мальками, макрофитами [57]. Ниже рассмотрим примерные нормативы круглогодичного культивирования этого вида тилапий [12, 20]:

- Объем воды в лотке, л — 80;
- Расход воды в лотке, л/мин — 0,3–0,4;
- t воды, °C — 25–30;



- Фотопериод: свет/темнота, ч — 12/12;
- Содержание кислорода, мг/л — более 4,7;
- Соотношение полов: самец / самка, экз. — 1:6;
- Диаметр икринки, мм — до 2;
- Средняя масса самки, г — 86–175;
- Относительное количество личинок, в зависимости от массы тела самки, экз./г — 5,3–3,4;
- Выход личинок при вылуплении, % — 94;
- Выход личинок после выдерживания, % — 93;
- Плотность посадки при выдерживании, экз/л — 300–600;
- Расход воды в инкубаторе, л/мин — 0,65;
- Расчетное количество молоди для получения 100 кг товарной рыбы — 500 экз.;
- Средняя масса товарной тилапии, г — 200;
- Масса в возрасте 1+, кг — 1,2–1,5.

Как и многие представители трибы *Tilapini*, мозамбикская тилапия имеет высокую способность к гибридизации. В аквакультуре их часто скрещивают с другими тилапиями, поскольку чистокровные мозамбикские тилапии растут медленно и имеют форму тела, плохо приспособленную для нарезания на крупные филе [20]. Кроме того, гибриды между мозамбикской тилапией и другим подвидом (например, *Oreochromis urolepis hornorum*) дают потомство, в котором все особи или большая часть — самцы [12].

Этот вид составляет 4% от общего числа тилапий, культивируемых в аквакультуре, однако чаще выращивают его гибриды. Основной сложностью при культивировании этой тилапии и её гибридов является их высокая чувствительность к ихтиофтириозу (возбудитель — *Ichthyophthirius multifiliis*) и миксоспоридиозу (возбудитель — *Myxobolus cerebralis*) [58].

Тилапия галилейская (*Sarotherodon galilaeus* Linnaeus, 1758 из рода *Sarotherodon*. Синонимы — *Sparus galilaeus*, *Tilapia galilaea*). Экваториальная, тропическая и субтропическая пресноводная рыба, встречается в Северной и Центральной Африке до 15° южной широты, а также на Ближнем Востоке в системе реки Иордан и прибрежных реках Израиля [4].

Ведёт придонный образ жизни на глубинах от 5 м, в основном в открытой воде, хотя молодь и особи в брачный период встречаются и у берега. Территориальный вид, иногда может образовывать стаи. Предпочитает температуры от 22 до 28°C, однако выдерживает снижение температуры до 9 °C [20]. Галилейская тилапия — средняя по размерам (для цихлид) рыба. Средняя длина тела к моменту достижения половой зрелости составляет 19,1 см, минимальная — около 16 см. Максимальная зафиксированная длина тела — 41 см при массе 1,6 кг. Средняя высота тела — 45% от длины (может варьироваться от 43 до 56%). Основной цвет тела обычно бледно-жёлтый или серовато-зелёный, у некоторых экземпляров встречаются характерные тёмные вертикальные полосы нерегулярной формы и неоднородной насыщенности в верхней части тела (до 2/3 высоты) [59] (рис. 5).



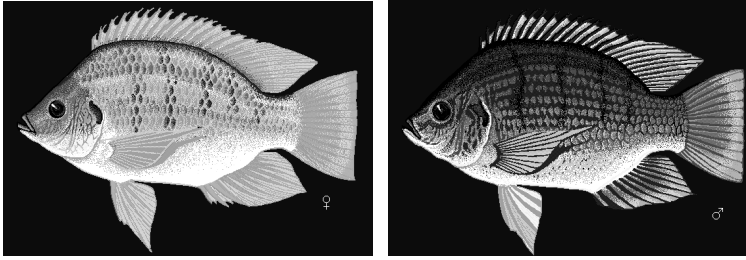


Рис. 5. *Sarotherodon galilaeus*
Fig. 5. *Sarotherodon galilaeus*

Половой диморфизм в окраске тела отсутствует, в том числе и в брачный период. Длина головы составляет от 32,5 до 39% общей длины тела. Рот маленький, длина нижней челюсти составляет менее 1/3 от общей длины головы. Массивная глоточная кость (около 40% от общей длины головы — сравнимые размеры наблюдаются лишь ещё у нескольких видов тилапий) оснащена узкими однобугорчатыми зубами. Крупные спинной, анальный, грудные и брюшной плавники, хвостовой плавник очень слабо вырезанный. Планктонофаг [20]. В брачный период образуются временные пары, после чего как самцы, так и самки вынашивают икру во рту [60, 61]. По евангельскому преданию, галилейскую тилапию много раз ловил Святой Пётр, который по первой своей профессии был рыбаком. Два тёмных пятна за её жабрами это, якобы, оставшиеся навсегда следы пальцев апостола Петра, который помог Иисусу заплатить налог на храм с улова этой рыбы (Евангелие от Матфея 17:24–27). По всей вероятности, именно этот вид тилапии дважды упомянут в Евангелии, в частности, в знаменитой притче о том, как на озере Кинерет (где в изобилии водится тилапия галилейская) Иисус накормил пять тысяч голодных пятью хлебами и двумя рыбами (Евангелие от Марка, 6:32–44) [4, 13].

Тилапия цилли (*Tilapia zillii*, или *Coptodon zilli*, Gervais, 1848) из рода *Tilapia* (рис. 6).

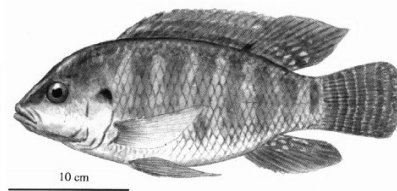
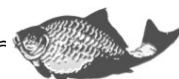


Рис. 6. *Tilapia zillii*
Fig. 6. *Tilapia zillii*

В 1848 году этот вид был описан Жерве как *Acerina zillei*, и в дальнейшем получал многочисленные синонимичные названия, будучи в итоге включённым в род *Tilapia*. В настоящее время в одних биолого-ихтиологических справочных материалах он по-прежнему фигурирует как *Tilapia zillii*, а в других уже как *Coptodon zillii*. Международным союзом охраны природы рассматривается как синоним вида *Tilapia guineensis* [62]. Распространена в водоёмах Африки и юго-западной Азии. Стандартная длина (без хвостового плавника) — 30 см, сообщалось об экземплярах длиной до 40 см. Максимальная известная масса тела



— 300 г, максимальный возраст — 7 лет. Как и все цихловые, в условиях переуплотнения и недостатка корма перестаёт расти, едва достигнув длины 5–7 см и веса 50–75 г. У неё тёмная, иногда почти чёрная, окраска. Тело буровато-оливкового окраса с радужно-голубым блеском, грудь розоватая. На общем тёмном фоне выделяются ещё более тёмные размытые поперечные полосы. При возбуждении на боках появляется продольная тёмная полоса [63]. Спинной, анальный и хвостовой плавники буровато-оливковые с жёлтыми пятнами, на спинном и анальном плавниках — узкая оранжевая кайма. Брюшной плавник у молодых особей желтоватый или сероватый без пятен, с возрастом он темнеет и покрывается пятнами. Характерное «тиляпийное» пятно широкое, захватывает область последнего шипа до четвёртого мягкого луча спинного плавника, рядом с ним есть жёлтая полоса. Губы ярко-зелёные. Тело имеет характерную ассиметричную форму. Спина как бы «съехала» на голову, образовав над головой мясистый горб или, правильнее сказать, лоб. Из-за этого рыба выглядит немного набычившейся [64]. В брачный сезон район грудных плавников у самца может окрашиваться в красный цвет. *T. zillii* ведёт придонный образ жизни в пресных или солоноватых (с солёностью до 45‰) водоёмах, как правило на глубинах от 1 до 7 м, предпочитает зоны с водными растениями. Мальки часто встречаются у границ густой растительности, молодь — в районах сезонного затопления. В основном дневная рыба, иногда образует стаи. Полифаг. Размножается круглогодично (при t 20°C и выше). Самки откладывают клейкую икру — до 1000 икринок за один раз — на дне водоёма в местах с мелкими камнями или песком и густой растительностью на субстрате. Оба родителя охраняют кладку [65, 66].

Специфику культивирования тилапий в Израиле в первую очередь определяет постоянный дефицит пресной воды, поскольку его большую часть занимают пустыни. Кроме того, очень много солоноватоводных источников, непригодных для сельского хозяйства. Но израильтяне, путем упорного труда и применения последних достижений в области сельского хозяйства, осваивают эти неприветливые районы. Наибольшим резервуаром пресной воды в стране является озеро Кинерет, или Тивериадское море, а все местные газеты регулярно печатают информацию о текущем уровне воды в нём [67]. Поэтому правительство всячески поощряет строительство установок замкнутого водоснабжения (УЗВ), систем оборотного водоснабжения (СОВ) или интегрированных систем водоснабжения. Например, оно компенсирует все расходы, вплоть до 70% от всей суммы, требующейся для постройки УЗВ, или до 60% от затрат на строительство СОВ [68]. Ниже мы рассмотрим основные типы хозяйств по культивированию тилапии, распространённые в Израиле.

Интенсивные пруды являются специфичными для Израиля, хотя бы потому что в климатической зоне Украины, Латвии или России для них не хватает теплых и солнечных дней. Плотность посадки для галилейской тилапии в таких прудах примерно 15 кг/м³, при глубине около 1 м. На первый взгляд они напоминают обычные пруды с проточной системой водоснабжения, но это не так. Вода из системы никуда не выливается, её добавляют только для компенсации испарений. Система работает следующим образом: вода из биологического пруда подается в бассейны с рыбой. В каждом бассейне располагается механический аэратор и силос с комбикормом. После этого вода подается на механическую очистку — в микросетчатый барабанный фильтр [67]. Далее — снова в биологический пруд,



будучи обогащённой азотными соединениями, которые выделяют рыбы в результате своей жизнедеятельности. Биологическим прудом называется большой пруд, глубиной 10 м, в котором культивируются микроводоросли, которые в процессе жизнедеятельности питаются азотными соединениями и обогащают воду кислородом. На 12 прудов с рыбой необходим 1 биологический пруд. Поскольку в Израиле тепло и много солнечных дней, то микроводоросли, а также просто водоросли, быстро растут и «съедают» загрязнения, производимые рыбами. Для контроля растений в большой пруд подселяют растительноядных рыб, например, толстолобиков [67].

Установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) широко распространены в Израиле, в них за 4–6 месяцев получают более 100 кг/м³ тилляпии. Израильские разработки в этой области являются одними из лучших в мире технологий для разведения рыбы в УЗВ. Так как в Израиле большая часть площади занята пустынями и наблюдается острая нехватка пресной воды, для решения этих проблем израильские биологи разработали целую систему рыбоводного хозяйства в условиях закрытого водоснабжения, которая может обходиться без больших объемов воды. Система состоит из отдельных резервуаров, соединенных с устройствами биологической очистки, в которых вода фильтруется с помощью специально выращенных бактерий, не просто очищающих воду, но и насыщающих ее кислородом — и снова подаётся в отсеки с рыбой [68]. В установках используется обычная водопроводная вода, которая проходит обработку солью из Красного моря. Одним из главных достоинств израильских технологий является почти полная автоматизация процесса — специальные вентиляторы позволяют рыбе дышать, химический состав воды контролируется компьютером, который по необходимости подпитывает систему свежей водой. Датчики, анализирующие параметры обеспечения нормальной жизнедеятельности рыбы, регулярно посылают сообщения на телефоны специалистов [69]. Система обладает колоссальной производительностью и позволяет выращивать до 150 кг рыбы в 1 м³ воды, при этом используя воду неограниченное количество раз. Годовой объем рыбы, выращиваемой таким образом, составляет до 20000 тонн. Годовая мощность УЗВ определяется не только созданием благоприятных условий для выращивания рыбы и обеспечением кормами высокого качества, но и применяемой технологией культивирования. Эксплуатация рыбоводной установки в режиме полицикла позволяет повысить ее годовую производительность в 1,5–2 раза по сравнению с двухразовым зарыблением. Кормление осуществляют при строгом контроле качества кормов. Применение корма с перекисным числом более 0,2 на ранних этапах онтогенеза, до дифференцировки пола, приводит в последующем к фенотипической инверсии пола у самок и неспособности их к размножению из-за недоразвитости выводящих половых протоков. Тилляпии в УЗВ задают корма с размером частиц от 0,5 до 3,0 мм, применяя автоматизированную раздачу кормов. Внесение зелени осуществляют вручную. Потребность тилляпий в отдельных питательных веществах меняется по мере роста. Например, снижается потребность в протеине. Лучший рост мальков обеспечивают корма, содержащие 40% протеина, а товарной рыбы — 30–35% протеина. Выращивание тилляпий в УЗВ проходит благополучно при следующих параметрах состава воды: температура — 25–31°C, рН — 6,5–7,5, растворённый кислород — 3–24 мг/л, аммиак — 0,3 мгN/л, нитриты — 0,02 мг/л, нитраты — до 60 мг/л, взвешенные



вещества — до 50 мг/л. В процессе выращивания необходимо ежедневное добавление 1/3 объема свежей воды, поддержание фотопериода в режиме — 12 часов — свет, 12 часов — темнота, и освещенность поверхности бассейнов около 600 люкс [9]. Ниже приведены общие нормативы выращивания тилапий в УЗВ (табл. 4).

Таблица 4. Рыбоводно-биологические нормативы выращивания тилапии в УЗВ

Table 4. Fish & biological standards for tilapia cultivation in RAS

Масса, г / Weight, g	Плотность посадки, кг/м ³ / Stocking density, kg/m ³	Выживаемость, % / Survival, %	Период выращивания, суток / Growth period, days	Водообмен, час / Water exchange, hour
2–15	2,5	75	30	1
15–60	20	95	30	1
60–100	60	96	30	1
100–140	90	97	30	1
140–180	120	97	30	1
180–220	150	97	30	1
220–250	150	93	30	1

В процессе выращивания при достижении рыбой массы 15 г отбирают для дальнейшей работы 95%, поддерживая температуру воды 27–28°C [68]. Нагрузка на биофильтр (УЗВ мощностью 10 т/год) составляет 2 т (табл. 5).

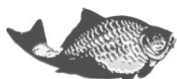
Таблица 5. Технологические показатели работы УЗВ при выращивании тилапии

Table 5. Technological performance of RAS for tilapia cultivation

Масса, г / Weight, g	Плотность посадки в силосе объёмом 4 м ³ / Stocking density in silo tower, volume 4 m ³		Расход воды, м ³ /час / Water flow rate, m ³ /hour
	Количество, особей / Number, specimen	Общая масса, кг / Total mass, kg	
2–10	2164	21,6	4,5
10-30	1969	98,4	10,0
50-100	1893	189,5	10,0
100-150	1837	192,0	11,2
150-200	1731	346,2	11,6
250-300	1680	420,0	11,8

Товарной считают рыбу массой 200 г и выше. Растет тилапия достаточно быстро и при благоприятных условиях среднесуточный прирост составляет 3–5 г. Весь цикл выращивания — от получения личинок до товарной продукции составляет — 160–180 сут. Таким образом, в условиях с оборотной системой водоснабжения, в течение года возможно многократное получение продукции [70].

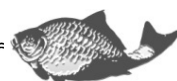
Выращивание тилапии в садках. Следует отметить, что для эффективного



выращивания тилляпии подходят водоемы с температурой воды 23°C и выше на протяжении 4-х месяцев и более. Их кормовая база не имеет существенного значения, поскольку необходимо использовать искусственные корма. Они, а также гидрология водоёма и гидрохимический состав определяют оптимальную плотность посадки, которая также зависит от состава и качества корма, а также вида тилляпии. В садках молодь тилляпий выращивают в два этапа: первый — выращивание молоди до 1 г при плотности посадки 10 000–20 000 экз./м³, продолжительностью 15–20 суток. Второй — выращивание до 5–10 г при плотности посадки 2000 экз./м³, продолжительностью 30–45 суток. При поддержании кислорода на оптимальном уровне возможны и более плотные посадки. Продолжительность выращивания составляет 30–45 суток. Выход молоди – 80–85% [9]. При переходе на активное питание личинки имеют крупные размеры и способны потреблять гранулированные комбикорма. На первом этапе содержание протеина в комбикорме должно составлять 30–34%. По мере роста его количество можно снизить до 23–26%. Товарной считают тилляпию массой от 200 г; растет она быстро, среднесуточный прирост составляет 3–5 г. Таким образом, весь цикл выращивания тилляпии — от получения личинок до вылова товарной рыбы — составляет около 180 суток. При выращивании товарной рыбы плотность посадки в садки колеблется в пределах от 300 до 500 экз./м³ [71]. Интенсивное выращивание тилляпии при высоких плотностях посадки позволяет получать с 1 м² садковой площади 50–150 кг рыбы. Хотя экономическая эффективность садкового выращивания тилляпии, значительно выше, чем в прудах, экологический ущерб не сопоставим. Поэтому в Израиле последние десятилетия, на правительственном уровне проводятся программы по снижению количества садков [4].

Выращивание тилляпии в бассейнах. Высокая плотность посадки ограничивает возможность прохождения нереста и позволяет проводить совместное выращивание самцов и самок до товарного размера. Контроль качества воды и его оптимизация обеспечивают максимальную продуктивность. Следует отметить, что оптимальная для роста тилляпии температура лежит в пределах 25–33°C, при более низких значениях снижается иммунитет и скорость роста [9]. Ниже приведены основные технические данные бассейнового хозяйства по культивированию тилляпии, мощностью 100 т в год:

- Общая площадь здания 48x26 м — 1250 м²;
- Минимальная высота потолков — 2,5 м;
- Объем воды в бассейнах — 360 м³;
- Электроснабжение — 35 кВт/час;
- Максимальное потребление корма — 400 кг/день;
- Среднегодовое потребление комбикорма — 120000 кг;
- Рекомендуемая максимальная плотность посадки — 100 кг/м³;
- Кормовой коэффициент — <1,2;
- Количество рабочих дней в году — 365 дней;
- Подпитка свежей водой – 20000 м³/год, в среднем — 60 м³/день;
- Примерное количество мальков весом 1 г — 230000 экз.;
- Выход молоди 500 - граммовой навески — 200000 экз.;
- Примерная стоимость малька массой 1 г — 0,10 евро;
- Стоимость комбикорма для тилляпии — 0,75 евро/кг;



• Примерная продажная стоимость каждого килограмма тилапии навеской 500 г — 4,00 евро.

Выращивание тилапии в поликультуре. Рыбоводно-биологические качества тилапии обуславливают высокую эффективность её культивирования в поликультуре. Наиболее распространённым является её совместное выращивание с карповыми, осетровыми и кефалевыми рыбами, а также с креветками [9]. Ниже рассмотрим страны, в которых широко распространено выращивание тилапий в прудах в поликультуре (табл. 6).

Таблица 6. География выращивания тилапий в прудах с использованием поликультуры [20]

Table 6. Geography of tilapia cultivation in ponds with using polyculture [20]

Вид / Species	Страна / Country	Рыбопродуктивность в поликультуре / Fish productivity in polyculture
<i>Oreochromis nilotica</i>	Сирия, Восточная Африка (Судан, Эфиопия, Эритрея, Джибути, Сомали, Кения, Руанда, Уганда, Бурунди, Танзания, Малави, Замбия), Конго, Либерия, Камерун, Израиль / Syria, East Africa (Sudan, Ethiopia, Eritrea, Djibouti, Somalia, Kenya, Rwanda, Uganda, Burundi, Tanzania, Malawi, Zambia), Congo, Liberia, Cameroon, Israel	в пресной и солоноватой воде, 41,6–53 ц/га / in fresh and brackish water, 41,6–53 q / ha
<i>Oreochromis mossambica</i>	Китай, Тайвань, Уганда, США, Юго-восточная Азия (Вьетнам, Лаос, Камбоджа, Мьянма, Восточный Тимор, Сингапур, Малайзия, Филиппины, Индонезия, Таиланд, Бруней), Ближний Восток (Бахрейн, Иордания, Израиль, Ирак, Иран, Йемен, Катар, Кувейт, Ливан, ОАЭ, Оман, Палестина и Саудовская Аравия), Южная Америка (Аргентина, Боливия, Бразилия, Венесуэла, Гайана, Гвиана, Колумбия, Парагвай, Перу, Суринам, Уругвай, Фолклендские острова, Чили, Эквадор) / China, Taiwan, Uganda, the United States, Southeast Asia (Vietnam, Laos, Cambodia, Myanmar, East Timor, Singapore, Malaysia, Philippines, Indonesia, Thailand, Brunei), the Middle East (Bahrain, Jordan, Israel, Iraq, Iran, Yemen, Qatar, Kuwait, Lebanon, the United Arab Emirates, Oman, Palestine and Saudi Arabia), South America (Argentina, Bolivia, Brazil, Chile, Ecuador, Guyana, Guyana, Venezuela, Guyana, Paraguay, Peru, Suriname, Uruguay)	в пресной и солоноватой воде, рыбопродуктивность 34,5–75,0 ц/га / in fresh and brackish water, 34,5–75,0 q / ha
<i>Sarotherodon melanotheron</i>	Конго, Судан, Европа, Азия, Южная Америка, Коста-Рика, США / Congo, Sudan, Europe, Asia, South America, Costa Rica, USA	в пресной воде, 27,8–34,5 ц/га / in fresh water, 27,8–34,5 q / ha

Однако, следует учитывать, что теляпия легко размножается по сравнению с другими рыбами, что в ряде случаев ведет к перенаселению водоёмов, снижению их продуктивности и является одной из сложных проблем при её



культивировании [20]. Поэтому, если есть риск её самовольного выхода в водоём, эту рыбу необходимо выращивать в поликультуре с хищными рыбами (сом, угорь большеротый окунь) [20]. Использование тилапий в поликультуре с карпом обеспечивает более эффективное потребление кормов, и кормовой коэффициент понижается до 0,2–0,3 [9]. Для кормления тилапий можно использовать комбикорма, предназначенные для карпа. Кроме того, тилапии используют в пищу экскременты карпа, обрастания на стенках бассейнов и садков. Все это снижает расход кормов, улучшает гидрохимический режим, способствует увеличению продуктивности на 10%. Например, при выращивании тилапий в прудах в монокультуре средняя рыбопродуктивность составляет примерно 5 ц/га и лишь при усиленном кормлении возрастает до 10–25 ц/га. В то же время, в прудовой поликультуре с канальным сомом рыбопродуктивность тилапий достигает 60 ц/га, а сома — 14 ц/га [20].

ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ

Благодаря эвригалинности и всеядности тилапию культивируют на всех континентах в пресной и морской воде. Эта рыба является основой глобальной продовольственной безопасности и питания, поскольку ее можно выращивать в различных сельскохозяйственных системах. Особенно она важна в развивающихся странах, где её недорогое мясо является одним из основных источников белка, а благодаря своим рыбоводным характеристикам она удобна для развития бизнеса мелких фермеров. Таким образом, в мировом масштабе культивирование тилапии обеспечивает продукты питания, рабочие места, а также доходы на внутреннем и экспортном рынках для миллионов людей.

Общими чертами для большинства видов тилапий, используемых в мировой аквакультуре, являются всеядность, неприхотливость к условиям существования, непереносимость температуры воды ниже 13°C, образование устойчивых «семейных пар», забота о потомстве, высокоразвитая сигнальная система общения и ярко выраженный территориальный инстинкт.

Преимущества культивирования тилапий следующие: у неё высокие темпы роста (за 4–5 месяцев достигает веса в 350–400 г); нетребовательна к содержанию кислорода (выдерживает кратковременное понижение уровня растворенного кислорода до 2,5 мг/л); пластична по отношению к солёности (рост при солёности до 40‰); нетребовательна к кормам (можно использовать дешевые корма с низким содержанием животного белка); часто нерестится (до 16 раз в год); имеет низкую себестоимость выращивания (себестоимость порционной рыбы в мелкомасштабных УЗВ находится в пределах 3,0–3,5 долларов США за кг, а промышленное выращивание позволяет понизить эту цену до 2,5–2,9 долларов за кг. При этом, в Украине оптовая цена составляет 6–7 долларов США за кг, в рознице доходит и до 10 долларов за кг); с помощью генераторов кислорода растёт при довольно плотной посадке — до 140 кг/м³.

Таким образом, тилапии являются перспективными объектами для рыбного хозяйства Украины, а применение опыта их культивирования в Израиле способно повысить эффективность их использования в нашей стране.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы статьи благодарны Израильскому Агентству международного развития и Сотрудничества Министерства иностранных дел Израиля Mashav за



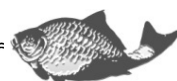
возможность принять участие в учебном курсе «Интенсивное прудовое рыбоводство». Известные исследователи и сотрудники научных подразделений Министерства сельского хозяйства и развития сельских территорий: Татьяна Зак, Маргарита Смирнов, Шинан Харпаз, Илья Островский, Владимир Драбкин, Цви Сновски, Гай Рубинштейн обеспечили исчерпывающую базу лекций и научную литературу, без которых написание данной статьи было бы невозможным. Многоуважаемый Ицхак Симон из Ассоциации рыбоводов Израиля продемонстрировал методы работы и действенность общественной организации в отстаивании интересов представителей рыбохозяйственной отрасли. Представители сферы бизнеса Борис Бордман, Игаль Маген, Еран Хадас, Леонид Гольдштейн любезно предоставили возможность посетить их предприятия и получить бесценный практический опыт.

ЛИТЕРАТУРА

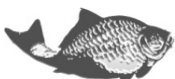
1. Мировой спрос на тилапию стабилен на фоне относительно низких цен. URL: <http://aquacultura.org/news/mirovoy-spros-na-tilyapiyu-stabilen-na-fone-otnositelno-nizkikh-tsen> (18.09.2017:).
2. n-3 PUFA fortification of high n-6 PUFA farmed tilapia with linseed could significantly increase dietary contribution and support nutritional expectations of fish / Shapira N. J. et al. // *Agric. Food Chem.* 2009. Vol. 57. P. 2249—2254
3. Parker R., Parker R. O. *Aquaculture Science*. USA : Cengage Learning, 2011. 672 p.
4. Современное состояние рыбохозяйственной отрасли Израиля (Обзор) / Озиранский Ю. и др. // *Рибгосподарська наука України*. 2017. № 1 (40). P. 6—28.
5. *Aquaculture production (1985–1991)* / FAO Fishery Information, Data & Statistics Service : FAO Fisheries Circular. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1993. 815 p.
6. Китайские производители внедряют новые виды быстрорастущей тилапии. URL: <http://aquacultura.org/news/kitayskie-proizvoditeli-vnedryayut-novye-vidy-bystrorastushchey-tilapii> (дата обращения 27.10.2017).
7. *Tilapia production systems in the Americas: technical advances, trends, and challenges* / Watanabe W. O. et al. // *Reviews in Fisheries Sciences*. 2002. Vol. 10(3–4). P. 65—98.
8. Shelton W. L. *Tilapia culture in the 21 st century*. Philippines : Philippines Fisheries Society, 2002. 365 p.
9. Разведение и выращивание тилапий в промышленных хозяйствах. URL: https://studopedia.ru/13_161944_tema--razvedenie-i-virashchivanie-tilyapiy-v-industrialnih-hozyaystvah.html (дата обращения 25.10.2017).
10. Effect of flaxseed oil in diet on fatty acid composition in the liver of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) / Aguiar A. C. et al. // *Arch. Latinoam. Nutr.* 2007. Vol. 57 (3). P. 273—277.
11. Lim C., Webster C. D. *Tilapia: Biology, Culture, and Nutrition* Routledge. USA : CRC Press, 2006. 746 p.
12. Тилапия. URL: <http://www.fisherman.kz/index.php?np=92456146&nl=1> (дата обращения 26.10.2017).
13. Черницкий А. *Вкусные рыбы Израиля*. Изд. 2-е. Герцлия : Исрадон, 2009. 176 с.



14. Barlow G. W. The Cichlid Fishes. Cambridge, MA : Perseus Publishing, 2000. 352 p.
15. Wohlfarth G. W., Hulata G. Applied genetics of tilapias // ICLARM studies and reviews—6. Manila, Philippines : International Center for Living Aquatic Resources Management, 1983. 33 p.
16. Боронечкая О. И. Использование тилапии (*Tilapia*) в мировой и отечественной аквакультуре // Известия ТСХА. 2012. Вып. 1. С. 164—173.
17. Trewavas E. Tilapiine fish of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*. London : British Museum (Natural History), 1983. 604 p.
18. Classification and phylogenetic relationships of african tilapiine fishes inferred from mitochondrial DNA sequences / Nagl S. et al. // Molecular Phylogenetics and Evolution. 2001. Vol. 20 (3). P. 361—374.
19. Григорьев С. С., Седова Н. А. Индустриальное рыбоводство. В 2 ч. Ч. 1 : Биологические основы и основные направления разведения рыбы индустриальными методами. Петропавловск-Камчатский : Камчат. ГТУ, 2008. 186 с.
20. Тилапии. URL: <http://www.fishportal.ru/references/fermer/glava-9/glava-9-1/> (дата обращения 26.10.2017).
21. Привезенцев Ю. А., Боронечкая О. И., Богерук А. К. Методические рекомендации по воспроизводству и выращиванию тилапий рода *Oreochromis*. Москва : РГАУ-МСХА, 2006. 23 с.
22. Chervinski J. Environmental physiology of tilapias // ICLARM Conf. Manila, Philippines, 1982. P. 119—128.
23. The biology and culture of tilapias / eds. R. S. V. Pullin, R. H. Lowe-McConnell. Manila, Philippines : International Centre for Living Aquatic Resource Management, 1982. 432 p.
24. Разведение тилапии в Израиле. URL: <http://aquaria2.ru/node/213> (дата обращения 26.10.2017).
25. Tilapia Aquaculture in the Americas. Vol. 1. / eds. B. A. Costa-Pierce, J. E. Rakocy. USA, Louisiana, Baton Rouge : World Aquaculture Society, 1997. 258 p.
26. Tilapia Aquaculture in the 21st Century : Fifth International Symposium on Tilapia in Aquaculture : proceedings / eds. K. Fitzsimmons, F. J. Carvalho. Rio de Janeiro, Brazilia : Ministerio de Agricultura, Departamento de Pesca e Aquicultura, 2000. 682 p.
27. Baker J. Simply Fish. London : Faber & Faber, 1988. 349 p.
28. Tilapia: production, marketing and technical development : Tilapia 2001 : International technical and trade conference on tilapia : proceedings / eds. S. Subasinghe, T. Singhe. Kuala Lumpur, Malaysia : Infofish, 2001. 852 p.
29. Tilapias as alien aquatics in Asia and the Pacific: a review / De Silva S. S. et al. // FAO Fisheries Technical Paper. 2004. No. 453.
30. Tilapia Aquaculture in the Americas. Vol. 2. / eds. B. A. Costa-Pierce, J. E. Rakocy. Louisiana, USA : World Aquaculture Society, 2000. 264 p.
31. Tilapias: Biology and Exploitation / eds. M. C. M. Beveridge, B. J. McAndrew. Dordrecht, Netherlands : Kluwer Academic Publishers, 2000. 505 p. (Fish and Fisheries Series ; 25).
32. Fessehaye Y. Natural mating in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). Implications for reproductive success, inbreeding and cannibalism. Wageningen, Netherlands : Wageningen UR, 2006. 150 p.



33. Tilapia Aquaculture : Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture : proceedings / ed. K. Fitzsimmons. Orlando, Florida, USA : Northeast Regional Agricultural Engineering Service-106, 1997. 808 p.
34. Sixth International Symposium on Tilapia in Aquaculture : proceedings / eds. R. B. Bolivar, G. C. Mair, K. Fitzsimmons. Manila, Philippines : Bureau of Fisheries & Aquatic Resources, 2004. 682 p.
35. Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture : ICLARM Conference 15 : proceedings. Vol. 1 / eds. R. S. V. Pullin et al. Bangkok, Thailand : Philippines, Manila : Department of Fisheries, 1988. 623 p.
36. First International Symposium on Tilapia in Aquaculture : proceedings / eds. L. Fishelson, Z. Yaron. Nazareth, Israel : Tel Aviv University, 1983. 624 p.
37. Abdel-Fattah M. El-Sayed. Tilapia culture. Cambridge, USA : CABI Publishing, 2006. 277 p.
38. Культивирование гибридов тилапии. URL: <http://aquavitro.org/2012/09/15/kultivirovanie-gibridov-tilyapii/> (дата обращения 26.10.2017).
39. Rothbard S., Peretz Y. Tilapia culture in Negev, the Israeli desert // International forum on tilapia farming in the 21st century (Tilapia forum 2002) : proceedings / eds. R. D. Guerrero, R. Guerrero del Castillo. Los Baños, Philippines, 2002. P. 60—65.
40. More Tilapia, Higher Profit. URL: <https://www.aquacultureinIsrael.com/en/fishfarmers/israeli-aquaculture-know-how/item/13-more-tilapia-higher-profit> (accessed 26.10.2017).
41. Skinner W. F. *Oreochromis aureus* (Steindachner; *Cichlidae*), an exotic fish species, accidentally introduced to the lower Susquehanna River, Pennsylvania // Proceedings of the Pennsylvania Academy of Science. 1984. № 58. P. 99—100.
42. Habel M. L. Overwintering of the cichlid, *Tilapia aurea*, produces fourteen tons of harvestable size fish in a south Alabama bass-bluegill public fishing lake // Progressive Fish-Culturist. 1975. № 37. P. 31—32.
43. Spataru P., Zorn M. Food and feeding habits of *Tilapia aurea* (Steindachner) (*Cichlidae*) in Lake Kinneret (Israel) // Aquaculture. 1978. № 13 (1). P. 67—79.
44. Spatar Dadzie S. Laboratory experiment on the fecundity and frequency of spawning in *Tilapia aurea* // Bamidgeh. 1970. № 22. P. 14—18.
45. Hales L. S., Jr. 1989. Occurrence of an introduced African cichlid, the blue tilapia, *Tilapia aurea* (*Perciformes: Cichlidae*), in a Skidaway River tidal creek : unpublished mimeograph. [S. l.] : Department of Zoology and Institute of Ecology, University of Georgia, Athens, and Marine Extension Service Aquarium, Georgia Sea Grant College Program, Savanna, GA. 12 p.
46. McDonald E. M. Interactions between a phytoplanktivorous fish, *Oreochromis aureus*, and two unialgal forage populations // Environmental Biology of Fishes. 1987. № 18. P. 229—234.
47. Bwanika G., Murie D., Chapman L. Comparative Age and Growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) in Lakes Nabugabo and Wamala, Uganda // Hydrobiologia. 2007. Vol. 589. P. 287—301.
48. Payne A. I., Collinson R. I. A comparison of the biological characteristics of *Sarotherodon niloticus* (L.) with those of *S. aureus* (Steindachner) and other tilapia of the delta and lower Nile // Aquaculture. 1983. Vol. 30. P. 335—351.



49. Khallaf E. A., Alne-na-ei A. A. Feeding ecology of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) & *Tilapia zillii* (Gervais) in a Nile Canal // *Hydrobiologia*. 1987. Vol. 146. P. 57—62.
50. Feeding behaviour and food utilisation in tilapia, *Oreochromis niloticus*: Effect of sex ratio and relationship with the endocrine status / Toguyeni A. et al. // *Physiology & Behavior*. 1997. Vol. 62 (2). P. 273—279.
51. Latif A. A., Saady B. E. Reproduction in the Nile Bolti, *Tilapia nilotica* // *Bull. Inst. Ocean. Fish.* 1973. № 3. P. 120—142.
52. Tacon P. Relationships between the expression of maternal behaviour and ovarian development in the mouthbrooding cichlid fish *Oreochromis niloticus* // *Aquaculture*. 1996. Vol. 146 (3—4). P. 261—275.
53. Babiker M. M., Ibrahim H. Studies on the biology of reproduction in the cichlid *Tilapia nilotica* (L.): Gonadal maturation and fecundity // *J. Fish. Biol.* 1979. Vol. 14. P. 437—447.
54. Lowe-McConnel R. H. The biology and culture of Tilapias. Manila, Phillipines : Inter. Cent. For Living Aquatic Resor. Manag., 1982. 432 p.
55. Suresh A. V., Lin C. K. Tilapia culture in saline waters: a review // *Aquaculture*. 1992. Vol. 106. P. 201—226.
56. Kausik R. J. Parental influences on egg quality, fry production and fry performance in *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) and *O. mossambicus* (Peters) // *Aquacult. Fish. Manage.* 1986. Vol. 20. P. 49—57.
57. Webster C. D., Chhorn L. Tilapia: Biology, Culture, and Nutrition. USA : CRC Press, 2006. 704 p.
58. Landau R. Growth and population studies on *Tilapia galilaea* in Lake Kinneret // *Freshwat. Biol.* 1979. № 9. P. 23—32.
59. Balshine-Earn S. The Costs of Parental Care in Galilee St. Peter's Fish, *Sarotherodon galilaeus* // *Animal Behaviour*. 1995. Vol. 50 (1) P. 1—7.
60. Schwanck E., Rona K. Male-female parental roles in *Sarotherodon galilaeus* (*Pisces: Cichlidae*). // *Ethology*. 1991. Vol. 89. P. 229—243.
61. El-Shazly A. Biological Studies On Four Cichlid Fishes (*Tilapia nilotica*, *Tilapia galilae*, *Tilapia zillii*, *Tilapia aurea*) : thesis M. Sc. Fac. Sci. Zagazig Univ. Egypt, 1993. 227 p.
62. Hauser W. J. An unusually fast growth rate for *Tilapia zillii* // *California Department of Fish and Game*. 1975. Vol. 61, iss. 1. P. 54—56.
63. Jensen K. W. Determination of age and growth of *Tilapia nilotica* L., *T. galilaea* Art., *T. zillii* Gerv. and *Lates niloticus* C. et V. by means of their scales // *K. Norske Vidensk. Selsk. Forh.* 1957. № 30. P. 150—157.
64. Spataru P. Food and feeding habits of *Tilapia zillii* (Gervais) (*Cichlidae*) in Lake Kinneret (Israel) // *Aquaculture*. 1978. № 14. P. 327—338.
65. Siddiqui A. Q. Reproductive biology of *Tilapia zillii* (Gervais) in Lake Naivasha, Kenya // *Environmental Biology of Fishes*. 1979. № 4(3). P. 257—262.
66. Израильский опыт выращивания рыбы при использовании замкнутых систем. URL: <http://www.uzv.su/knowledge/worldexperience/izrailskij-opit-virashivanija-gib> (дата обращения 25.10.2017).
67. Выращивание рыбы в УЗВ в Израиле. URL: http://ikc.belapk.ru/tehnologii/novuj_resurs (дата обращения 25.10.2017).



68. Intensive Tilapia in a re-circulation 'green-water' system. URL: <http://aquaculture-israel.com/Technology/re-circulation.html> (accessed: 25.10.2017).
69. The intensive culture of tilapia in tanks, raceways and cages. Recent Advances in Aquaculture / eds. Balarin J. D. et al. Boulder, Colorado, USA : Westview Press, 1982. P. 265—355.
70. Schmittou H. R. Principles and practices of high density fish culture in low volume cages. USA, St. Louis, MO : American Soybean Association, 2006. 78 p.

REFERENCES

1. Mirovoy spros na tilyapiyu stabilen na fone otnositel'no nizkikh tsen. *aquacultura.org*. Retrieved from <http://aquacultura.org/news/mirovoy-spros-na-tilyapiyu-stabilen-na-fone-otnositelno-nizkikh-tsen>.
2. Shapira, N. et al. (2009). n-3 PUFA fortification of high n-6 PUFA farmed tilapia with linseed could significantly increase dietary contribution and support nutritional expectations of fish. *J. Agric. Food Chem.*, 57, 2249-2254.
3. Parker, R., & Parker, R. O. (2011). *Aquaculture Science*. USA: Cengage Learning.
4. Oziransky, Yu., Kolesnyk, N., Shcherbak, S., Kononenko, R., Fedorenko, M., Mosnitsky, V., & Nekrasov, S. (2017). Modern status of fishery sectors of Israel (review). *Rybohospodars'ka nauka Ukrayiny*, 1, 6-28.
5. *FAO Fishery Information, Data & Statistics Service. Aquaculture production (1985-1991) (1993)*. FAO Fisheries Circular, 815, 20-21.
6. Kitayskie proizvoditeli vnedryayut novye vidy bystrorastushchey tilyapii. *aquacultura.org*. Retrieved from <http://aquacultura.org/news/kitayskie-proizvoditeli-vnedryayut-novye-vidy-bystrorastushchey-tilapii>.
7. Watanabe, W. O., Losordo, T. M., Fitzsimmons, K. & Hanley, F. (2002). Tilapia production systems in the Americas: technical advances, trends, and challenges. *Reviews in Fisheries Sciences*, 10 (3-4), 465-498.
8. Shelton, W. L. (2002). *Tilapia culture in the 21 st century*. Philippines: Philippines Fisheries Society.
9. Razvedenie i vyrashchivanie tilyapiy v industrial'nykh khozyaystvakh. *studopedia.ru*. Retrieved from https://studopedia.ru/13_161944_tema--razvedenie-i-vyrashchivanie-tilyapiy-v-industrialnih-hozyaystvah.html.
10. Aguiar, A. C. et al. (2007). Effect of flaxseed oil in diet on fatty acid composition in the liver of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Arch. Latinoam. Nutr.*, 57 (3), 273-277.
11. Lim, C., & Webster, C. D. (Eds.) (2006). *Tilapia: Biology, Culture, and Nutrition* Routledge. USA: CRC Press.
12. Tilyapiya. *fisherman.kz*. Retrieved from <http://www.fisherman.kz/index.php?np=92456146&nl=1>.
13. Chernitskiy, A. (2009). *Vkusnye ryby Izrailya*. Gertsliya: Isradon.
14. Barlow, G. W. (2000). *The Cichlid Fishes*. Cambridge, MA: Perseus Publishing.
15. Wohlfarth, G. W., & Hulata, G. (1983). *Applied genetics of tilapias*. ICLARM studies and reviews-6. Manila, Philippines: International Center for Living Aquatic Resources Management.
16. Boronetskaya, O. I. (2012). Ispol'zovanie tilyapii (*Tilapiinae*) v mirovoy i otechestvennoy akvakul'ture. *Izvestiya TSKHA*, 1, 164-173.



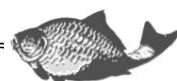
17. Trewavas, E. (1983). Tilapiine fish of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*. London: British Museum (Natural History).
18. Nagl, S., Tichy, H., Mayer, W. E., Samonte, I. E., McAndrew, B. J., & Klein, J. (2001). Classification and phylogenetic relationships of african tilapiine fishes inferred from mitochondrial DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 20 (3), 361-374.
19. Grigor'ev, S. S., & Sedova, N. A. (2008). *Industrial'noe rybovodstvo*. (Parts 1-2; part 1). Biologicheskie osnovy i osnovnye napravleniya razvedeniya ryby industrial'nymi metodami. Petropavlovsk-Kamchatskiy: Kamchat. GTU.
20. Tilyapii. *fishportal.ru*. Retrieved from <http://www.fishportal.ru/references/fermer/glava-9/glava-9-1>.
21. Privezentsev, Yu. A., Boronetskaya, O. I., & Bogeruk, A. K. (2006). *Metodicheskie rekomendatsii po vosproizvodstvu i vyrashchivaniyu tilyapiy roda Oreochromis*. Moskva: RGAU-MSKhA.
22. Chervinski, J. (1982). *Environmental physiology of tilapias: ICLARM Conf.* Manila, Philippines.
23. Pullin, R. S. V., & Lowe-McConnell, R. H. (Eds.). (1982). *The biology and culture of tilapias*. Manila, Philippines: International Centre for Living Aquatic Resource Management.
24. Razvedenie tilyapii v Izraile. *aquaria2.ru*. Retrieved from <http://aquaria2.ru/node/213>.
25. Costa-Pierce, B. A., & Rakocy, J. E. (Eds.). (1997). *Tilapia Aquaculture in the Americas*. Vol. 1. Baton Rouge, Louisiana, USA: World Aquaculture Society.
26. Fitzsimmons, K., & Filho, J. C. (Eds.). (2000). *Tilapia Aquaculture in the 21st Century: Proceedings of the Fifth International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. Rio de Janeiro, Brazil: Ministério de Agricultura.
27. Baker, J. (1988). *Simply Fish*. London: Faber & Faber.
28. Subasinghe, S., & Singhe, T. (Eds.) (2001). *Tilapia: production, marketing and technical development : Proceedings of the Tilapia 2001 — International technical and trade conference on tilapia*. Malaysia, Kuala Lumpur : Infofish, 852 p.
29. De Silva, S. S., Subasinghe, R. P., Bartley, D. M., & Lowther, A. (2004). Tilapias as Alien Aquatics in Asia and the Pacific: A Review. *FAO Fisheries Technical Paper*, 453.
30. Costa-Pierce, B. A., & Rakocy, J. E. (Eds.). (2000). *Tilapia Aquaculture in the Americas*. Vol. 2. Baton Rouge, Louisiana, USA: World Aquaculture Society.
31. Beveridge, M. C. M., & McAndrew, B. J. (Eds.). (2000). *Tilapias: Biology and Exploitation*. Fish and Fisheries Series 25. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
32. Fessehaye, Y. (2006). *Natural mating in Nile tilapia (Oreochromis niloticus L.) Implications for reproductive success, inbreeding and cannibalism*. Wageningen, Netherlands.
33. Fitzsimmons, K. (Ed.). (1997). *Tilapia Aquaculture: Proceedings of the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. Orlando, Florida, USA: Northeast Regional Agricultural Engineering Service-106.
34. Bolivar, R. B., Mair, G. C., & Fitzsimmons, K. (Eds.). (2004). *Proceedings of the Sixth International Symposium on Tilapia in Aquaculture*, September, 2004. Manila, Philippines. Bureau of Fisheries & Aquatic Resources.



35. Pullin, R. S. V., Bhukaswan, T., Tonguthai, K., & Maclean, J. L. (Eds.). (1988). *Proceedings of the Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15*. Bangkok, Thailand: Department of Fisheries.
36. Fishelson, L., & Yaron, Z. (Eds.) (1983). *Proceedings of the First International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. Nazareth, Israel: Tel Aviv University.
37. Abdel-Fattah, M. El-Sayed. (2006). *Tilapia culture*. USA, Cambridge: CABI Publishing.
38. Kultivirovanie gibridov tilyapii. aquavitro.org. Retrieved from <http://aquavitro.org/2012/09/15/kultivirovanie-gibridov-tilyapii>.
39. Rothbard, S., & Peretz, Y. (2002). Tilapia culture in Negev, the Israeli desert. *Proceedings of International forum on tilapia farming in the 21st century, Tilapia forum 2002*. Guerrero, R. D., & Guerrero del Castillo, R. (Eds). Los Baños, Philippines, 60-65.
40. More tilapia, higher profit. [aquacultureinisrael.com](https://www.aquacultureinisrael.com). Retrieved from <https://www.aquacultureinisrael.com/en/fishfarmers/israeli-aquaculture-know-how/item/13-more-tilapia-higher-profit>.
41. Skinner, W. F. (1984). *Oreochromis aureus* (Steindachner; Cichlidae), an exotic fish species, accidentally introduced to the lower Susquehanna River, Pennsylvania. *Proceedings of the Pennsylvania Academy of Science*, 58, 99-100.
42. Habel, M. L. (1975). Overwintering of the cichlid, *Tilapia aurea*, produces fourteen tons of harvestable size fish in a south Alabama bass-bluegill public fishing lake. *Progressive Fish-Culturist*, 37, 31-32.
43. Spataru, P., & Zorn, M. (1978). Food and feeding habits of *Tilapia aurea* (Steindachner) (Cichlidae) in Lake Kinneret (Israel). *Aquaculture*, 13(1), 67-79.
44. Spatar, Dadzie S. (1970). Laboratory experiment on the fecundity and frequency of spawning in *Tilapia aurea*. *Bamidgeh*, 22, 14-18.
45. Hales, L. S., (1989). Occurrence of an introduced African cichlid, the blue tilapia, *Tilapia aurea* (Perciformes: Cichlidae), in a Skidaway River tidal creek: Unpublished mimeograph. Athens: Department of Zoology and Institute of Ecology, University of Georgia; Savanna, GA: Marine Extension Service Aquarium, Georgia Sea Grant College Program.
46. McDonald, E. M. (1987). Interactions between a phytoplanktivorous fish, *Oreochromis aureus*, and two unialgal forage populations. *Environmental Biology of Fishes*, 18, 229-234.
47. Bwanika, G., Murie, D., & Chapman, L. (2007). Comparative age and growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) in lakes Nabugabo and Wamala, Uganda. *Hydrobiologia*, 589, 287-301.
48. Payne, A. I., & Collinson, R. I. (1983). A comparison of the biological characteristics of *Sarotherodon niloticus* (L.) with those of *S. aureus* (Steindachner) and other tilapia of the delta and lower Nile. *Aquaculture*, 30, 335-351.
49. Khallaf, E. A., & Alne-na-ei, A. A. (1987). Feeding ecology of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) & *Tilapia zillii* (Gervais) in a Nile Canal. *Hydrobiologia*, 146, 57-62.
50. Toguyeni, A., Fauconneau, B., Boujard, T., Fostier, A., Kuhn, E., Mol, K., & Baroiller, J. (1997). Feeding behaviour and food utilisation in tilapia, *Oreochromis niloticus*: Effect of sex ratio and relationship with the endocrine status. *Physiology & Behavior*, 62 (2), 273-279.



51. Latif, A. A., & Saady, B. E. (1973). Reproduction in the Nile Bolti, *Tilapia nilotica*. *Bull. Inst. Ocean. Fish.*, 3, 120-142.
52. Tacon, P. (1996). Relationships between the expression of maternal behaviour and ovarian development in the mouthbrooding cichlid fish *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 146 (3-4), 261-275.
53. Babiker, M. M., & Ibrahim, H. (1979). Studies on the biology of reproduction in the cichlid *Tilapia nilotica* (L.): Gonadal maturation and fecundity. *J. Fish. Biol.*, 14, 437-447.
54. Lowe-McConnel, R. H. (1982). *The biology and culture of Tilapias*. Conf. Proc.-7. Manila, Phillipines: Inter. Cent. For Living Aquatic Resor. Manag.
55. Suresh, A. V., & Lin, C. K. (1992). Tilapia culture in saline waters: a review. *Aquaculture*, 106, 201-226.
56. Kausik, R. J. (1986). Parental influences on egg quality, fry production and fry performance in *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) and *O. mossambicus* (Peters). *Aquacult. Fish. Manage.*, 20, 49-57.
57. Webster, C. D., & Chhorn, L. (2006). *Tilapia: Biology, Culture, and Nutrition*. USA: CRC Press.
58. Landau, R. (1979). Growth and population studies on *Tilapia galilaea* in Lake Kinneret. *Freshwat. Biol.* 9, 23-32.
59. Balshine-Earn, S. (1995). The costs of parental care in Galilee St. Peter's Fish, *Sarotherodon galilaeus*. *Animal Behaviour*, 50 (1), 1-7.
60. Schwanck, E., & Rona, K. (1991). Male-female parental roles in *Sarotherodon galilaeus* (Pisces: Cichlidae). *Ethology*, 89, 229-243.
61. El-Shazly, A. (1993). Biological Studies On Four Cichlid Fishes (*Tilapia nilotica*, *Tilapia galilae*, *Tilapia zillii*, *Tilapia aurea*). Thesis M. Sc. Egypt: Fac. Sci. Zagazig Univ.
62. Hauser, W. J. (1975). An unusually fast growth rate for *Tilapia zillii*. *California Department of Fish and Game*, 61(1), 54-56.
63. Jensen, K. W. (1957). Determination of age and growth of *Tilapia nilotica* L., *T. galilaea* Art., *T. zillii* Gerv. and *Lates niloticus* C. et V. by means of their scales. *K. Norske Vidensk. Selsk. Forh.*, 30, 150-157.
64. Spataru, P. (1978). Food and feeding habits of *Tilapia zillii* (Gervais) (Cichlidae) in Lake Kinneret (Israel). *Aquaculture*, 14, 327-338.
65. Siddiqui, A. Q. (1979). Reproductive biology of *Tilapia zillii* (Gervais) in Lake Naivasha, Kenya. *Environmental Biology of Fishes*, 4(3), 257-262.
66. Izrail'skiy opyt vyrashchivaniya ryby pri ispol'zovanii zamknutykh sistem. *uzv.su*. Retrieved from <http://www.uzv.su/knowledge/worldexperience/izrailskij-opit-virashivaniya-rib>.
67. Vyrashchivanie ryby v UZV v Izraile. *belapk.ru*. Retrieved from http://ikc.belapk.ru/tehnologii/novyj_resurs.
68. Intensive Tilapia in a re-circulation 'green-water' system. *aquaculture-israel.com*. Retrieved from <http://aquaculture-israel.com/Technology/re-circulation.html>.
69. Balarin, J. D., & Haller, R. D. (1982). *The intensive culture of tilapia in tanks, raceways and cages*. Recent Advances in Aquaculture. Muir, J. F., & Roberts, R. J. (Eds.). Boulder, Colorado, USA: Westview Press.
70. Schmittou, H. R. (2006). Principles and practices of high density fish culture in low volume cages. St. Louis, MO: American Soybean Association.



**ТИЛЯПІЯ (*TILAPINIA*) ЯК ОДИН З ОСНОВНИХ ОБ'ЄКТІВ
СУЧАСНОЇ АКВАКУЛЬТУРИ. ДОСВІД КУЛЬТИВУВАННЯ
В ІЗРАЇЛІ (ОГЛЯД)**

Ю. Озиранський, yuri@matc.org.il, Агентство з розвитку міжнародного співробітництва при Міністерстві Закордонних Справ Держави Ізраїль (MASHAV), Міжнародний тренінговий центр з сільського господарства, кібуц Шфаїм

Н. Л. Колесник, kolesnik@if.org.ua, Інститут рибного господарства НААН України, м. Київ

М. Ю. Симон, seemann.sm@gmail.com, Інститут рибного господарства НААН України, м. Київ

С. Д. Щербак, schek@email.ua, Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

Р. В. Кононенко, ruslan_kononenko@ukr.net, Національний університет біоресурсів та природокористування України, м. Київ

М. О. Федоренко, fedorenkono@ukr.net, Бюджетна установа «Методично-технологічний центр з аквакультури», м. Київ

Мета. Держава Ізраїль, за короткий період з 1948 року, не дивлячись на складні політичні та клімато-географічні умови, демонструє стабільний розвиток аквакультури. Це обумовлено розробкою і повсякдним застосуванням ресурсозберігаючих, екологічно безпечних технологій, а також ретельним підбором найбільш ефективних об'єктів культивування. У зв'язку з цим, ізраїльський досвід культивування тилапій, як одного з основних об'єктів світової аквакультури, є актуальним для України, тим більше, що ці види риб були успішно завезені в нашу країну, але не знайшли широкого поширення в рибному господарстві.

Результати. Робота, написана організатором і учасниками навчального курсу «Інтенсивне ставове рибництво», який відбувся в Ізраїлі в грудні 2016 року є коротким оглядом ролі тилапій в світовій аквакультурі та технологічних схем, за якими їх культивують в цій країні. Зокрема, наведені дані щодо світового експорту та імпорту цих риб в 2016 році; розглянута гастрономічна цінність їх м'яса; описано систематичне положення триби тилапія; подано коротку рибоводно-біологічну характеристику основних видів, які використовуються в рибному господарстві. Особливу увагу зосереджено на видах, які успішно культивуються в Ізраїлі і технологіях, що дозволяють цього досягти.

Практична значимість. Представлений огляд може бути використаний для популяризації тилапій як об'єктів аквакультури та модернізації існуючих технологій їх культивування в Україні, а також в освітній і науковій діяльності.

Ключові слова: тилапія, Ізраїль, рибогосподарська галузь, аквакультура, установка замкнутого водопостачання (УЗВ), *Tilapia zillii*, *Sarotherodon galilaeus*, *Oreochromis massambicus*, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis aureus*.

