



# ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА ЮГА РОССИИ

приуроченная к 20-летию открытия  
в Кубанском государственном университете  
направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура»  
17—19 мая 2018 г.



Краснодар  
2018

УДК 639.3(470+571)(075.8)  
ББК 47.2(2Рос)я73  
В623

Редакционная коллегия:

Г. А. Москул (отв. редактор), А. В. Абрамчук (зам. отв. редактора), М.В. Нагалецкий,  
М.С. Чебанов, Н.Г. Пашинова, М.А. Козуб, М.Х. Емтыль, А. М. Иваненко (техн. редактор),  
А.С. Прохорцева (секретарь)

В623 Водные биоресурсы и аквакультура Юга России: материалы Всерос. науч.-практ. конф., приуроченной к 20-летию открытия в Кубанском гос. ун-те направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура» / отв. ред. Г. А. Москул. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 458 с.: ил. 200 экз.  
ISBN 978-5-8209-1486-7

Настоящее издание включает материалы Всероссийской научно-практической конференции, проходившей в период с 17 по 19 мая 2018 г. и приуроченной к 20-летию открытия в Кубанском государственном университете направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура».

Представлены результаты работ, полученные учёными из ведущих научных организаций Российской Федерации и ближнего зарубежья. Тематика работ касается актуальных проблем изучения биологического разнообразия гидробионтов, охраны и воспроизводства водных биологических ресурсов, аквакультуры, а также подготовки кадров для рыбохозяйственной отрасли.

Адресуются научным работникам, экологам, преподавателям и студентам, специализирующимся в области водных биологических ресурсов и аквакультуры.

Материалы печатаются в авторской редакции.

УДК 639.3(470+571)(075.8)  
ББК 47.2(2Рос)я73

#### **Финансовая поддержка конференции**

Сборник материалов издан при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 18-04-20018 Г).



ISBN 978-5-8209-1486-7

© Кубанский государственный университет, 2018

щивания в них объектов аквакультуры // Рыбн. хоз-во. Сер. Аквакультура: Обзорная информация ВНИЭРХ. Вып.1. М., 1997.

УДК 639.32:597.556.35(262.5)

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОТЕХНОЛОГИИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ЧЕРНОМОРСКОГО КАЛКАНА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЁ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРАКТИЧЕСКОМ РЫБОВОДСТВЕ

В.Е. Гилагосов, А.Н. Ханайченко, Л.О. Аганесова, Т.В. Рауэн, Д.Ю. Смирнов, Ю.С. Баяндина,  
Д.В. Моисеенко

Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, г. Севастополь,  
Россия

e-mail: vitaly.giragosov@gmail.com

Черноморский калкан — традиционный и ценный объект промысла. Таксономический статус и популяционная структура калкана ещё окончательно не определены. По мнению ряда специалистов, калкан и атлантический тюрбо (*Scophthalmus maximus*) очень близки по морфологическим и генетическим характеристикам, и рассматривается возможность объединения всех популяций тюрбо (от Балтийского и Северного морей до пролива Босфор) и популяций черноморского и азовского калканов в один род *Scophthalmus* и даже в один вид *Scophthalmus maximus* (Bailly, Chanet, 2010; Phylogeographic ..., 2004; Воронина, 2010). Пока это мнение не нашло полной поддержки у ихтиологов, но уже послужило поводом для изменения названия черноморского калкана на соответствующих страницах авторитетных сайтов Fishbase и WoRMS, где в качестве валидного предложено название *Scophthalmus maeoticus* (PALLAS, 1814) (прежнее название — *Psetta maeotica*).

Для разработчиков технологии культивирования черноморского калкана важен сам факт его близкого родства с тюрбо — это даёт возможность использовать богатый опыт исследовательской и производственной работы в области культивирования тюрбо в европейских странах и Китае. Однако абсолютное копирование технологии культивирования тюрбо не может быть успешным в связи с наличием определённых физиологических и экологических различий между калканом и тюрбо. К тому же далеко не все технологические приёмы отражены в открытой научной печати, поскольку являются коммерческой тайной.

Состояние промыслового запаса калкана в Чёрном море оценивается как депрессивное (СТЕСФ, 2017), а объём вылова уже давно не удовлетворяет потребности рынка. Альтернативой традиционному промыслу являются: во-первых, выращивание товарной рыбы и, во-вторых, воспроизводство запаса за счёт молоди рыб, выращенной в искусственных условиях и выпущенной в естественную среду обитания.

Ряд экспериментальных выпусков искусственно выращенной молоди тюрбо в Испании, Дании, Бельгии, Норвегии был профинансирован научно-исследовательскими программами. В Дании молодь, выпущенная в прибрежную зону пролива Каттегат, характеризовалась высокими показателями выживаемости (Sparrevohn, Støttrup, 2007). Напротив, выживаемость мальков тюрбо, выпущенных в прибрежные воды Испании, была очень низкой (Comparison of mortality ... , 2003). Для оценки выживаемости выпущенной молоди тюрбо применяют метод мечения, а также предварительно изучают вариабельность микросателлитной ДНК в естественных и искусственно выращенных популяциях (Danpancher, Garcia-Vazquez, 2011). В целом же, многолетний опыт европейских исследователей по воспроизводству популяций тюрбо был признан положительным и рекомендован как один из эффективных способов реализации программы обеспечения устойчивого рыболовства (Støttrup, Sparrevohn, 2007).

В настоящее время отсутствуют сведения о негативном влиянии какого-либо из 5-и основных культивируемых в мире видов камбалообразных на их природные популя-

ции (Danancher, Garcia-Vazquez, 2011; Støttrup, Sparrevohn, 2007). Однако имеющийся негативный опыт влияния искусственно выращенных особей разных видов лососёвых, осетровых и др. на их природные популяции диктует необходимость взвешенного и научно обоснованного применения метода повышения рыбопродуктивности черноморских акваторий за счёт выпуска в море выращенной молоди калкана.

Работы по пополнению популяций черноморского калкана выращенной молодью проводятся в ограниченном масштабе, преимущественно на экспериментальном уровне. Выпуск мальков в море осуществляли в Крыму, Краснодарском крае и Одесской области (Rearing of viable juveniles ... , 1990; Основные результаты ... , 2012; Маслова, 2013), а также в Турции (Zengin, Gümüs, 2007; An investigation on recruitment ... , 2013).

Серьёзной проблемой в практике воспроизводства природных популяций рыб является низкая выживаемость выпущенной молоди. Согласно результатам исследования поведения и роста молоди тюрбо и калкана, выпущенной в море, она испытывают продолжительный стресс (от нескольких недель до трёх месяцев), сопровождающийся низкой, иногда даже отрицательной, скоростью роста и медленным формированием естественных поведенческих реакций (Ellis, Hughes, Howell, 2002; Sparrevohn, Støttrup, 2007; Støttrup, Sparrevohn, 2007; Zengin, Gümüs, 2007; An investigation on recruitment ... , 2013). Нами разработана методика подготовки молоди калкана к выпуску в море, включающая усиленное сбалансированное питание для наращивания мышечной ткани и повышения иммунитета и формирование поведенческих реакций в соответствующих физических (грунт, температура воды) и трофических (спектр естественных кормовых организмов) условиях предполагаемых мест выпуска (Методы подготовки молоди ... , 2007).

Заслуживает внимания работа турецких исследователей по оценке выживаемости и промыслового возврата выпущенных особей, помеченных пластиковыми метками, а также мерам по материальному и моральномуощрению рыбаков, сдавших найденные мет-

ки в научную организацию. Выживаемость молоди калкана прямо зависела от её размера и возраста на момент выпуска в море. Исследования показали, что метод пополнения локальной популяции калкана выращенной молодью может быть эффективным для юго-восточной части черноморской акватории Турции и должен быть интегрирован в программы управления ресурсами и обеспечения устойчивого рыболовства и охраны окружающей среды (Zengin, Gümüs, 2007; An investigation on recruitment ... , 2013).

Зарыбление акваторий молодью калкана может быть перспективным направлением и для черноморской акватории России, однако оно должно сопровождаться адаптационной подготовкой молоди и оценкой её выживаемости и промыслового возврата.

Товарное производство калкана требует больших первоначальных финансовых вложений, подготовки квалифицированных кадров, научного сопровождения и строгого санитарного контроля, но оно даст возможность стабильно получать продукцию с заданными свойствами и в необходимом объёме с учётом конъюнктуры рынка. Наиболее прогрессивным (и в экономическом, и в природоохранном смысле) способом производства товарного калкана является полноцикловое хозяйство с возможностью содержания маточного стада, ведения селекционной работы и с минимальным риском негативного влияния искусственной заводской популяции на естественные популяции. Кроме того, возможность получения большого количества однородного эмбрионального материала при искусственном оплодотворении икры калкана позволит (при наличии соответствующих условий) использовать клеточные линии для различных генетических, биохимических, морфологических и фармацевтических исследований.

Получение продукции черноморского калкана, как методом пополнения природных популяций выращенной молодью, так и методом товарного заводского производства, возможно лишь при наличии надёжно функционирующего питомника молоди. На основе многолетнего опыта работы по разработке биотехнологии культивирования калкана и

анализа доступной отечественной и зарубежной научной информации по культивированию различных видов камбалообразных специалисты научной группы «Культивирование рыб» ИМБИ (в прошлом ИнБЮМ) разработали технические и биологические требования к функционированию питомника по выращиванию молоди калкана. Результаты исследований изложены более чем в 100 статьях и нескольких патентах, в том числе в патенте «Способ интенсивного выращивания мальков камбалы калкан» (2015).

Калкан очень чувствителен к качеству воды, особенно на ранних стадиях онтогенеза, поэтому выбор места расположения питомника должен быть обоснован по результатам предварительного гидрохимического и гидрологического анализа, а также по способу водоснабжения хозяйства — через скважину или непосредственный забор воды из моря.

Возможно также использование замкнутой системы водоподачи, как это практикуют, например, в Китае (Lei, Liu, 2010; Li, Liu, Blancheton, 2013).

При отсутствии возможности содержания маточного стада калкана, источником посадочного материала служат производители, отловленные в период нереста в природной среде. Нерест калкана в акватории Крыма происходит в период с середины апреля до начала июня. Необходимо минимизировать стресс, испытываемый производителями при выборке сетей и транспортировке на берег, используя технические средства барботажа и подачи забортной воды в транспортировочные ёмкости. Как правило, мы производим искусственное оплодотворение икры непосредственно на борту судна. Одновременно производим отбор проб спермы и икры для исследования их качественных и количественных характеристик.

Производителей, доставленных в лабораторное помещение, содержим в пластиковых бассейнах объёмом 3,6 м<sup>3</sup> с площадью дна 3,5 м<sup>2</sup> и при плотности посадки 2 экз. м<sup>-2</sup>. Возможность получения нескольких порций половых продуктов от каждого производителя, а также их качество, во многом зависит от температурного режима. Согласно нашим наблюдениям, при температуре воды выше

12 °С количество и качество созревшей икры снижается, а через 3—5 сут. созревание гамет может прекратиться полностью.

Следует учитывать, что у самок с яичниками IV стадии зрелости, т. е. ещё не начавших нерест, встречающихся в уловах в апреле-начале мая, как правило, не происходит созревание икры в искусственных условиях. В период массового нереста, обычно с 10 по 25 мая, практически все самки в уловах имеют в полости яичника зрелые ооциты. Количество сжеженных икринок (рабочая плодовитость) составляет 21—1314 тыс. шт., в среднем 288 тыс. шт. или в пересчёте на массу тела — 11—276, в среднем 97 тыс. шт. кг<sup>-1</sup>. У самок, отлавливаемых с помощью камбальных сетей, которые находятся в рабочем положении продолжительное время, часто происходит перезревание икры. Целесообразно до проведения процедуры искусственного оплодотворения тестировать качество икры простым экспресс-методом — по плавучести. Перезревшая икра имеет отрицательную плавучесть.

Относительное количество самцов, у которых методом сжеживания можно получить достаточный для оплодотворения икры объём спермы (0,5—3,5 мл), сравнительно стабильно в течение всего нерестового сезона и составляет в среднем 60,8 % от общего количества половозрелых самцов.

Гормональная стимуляция созревания половых продуктов даёт возможность увеличить репродуктивный период производителей калкана (Туркулова, Новоселова, 2012).

С целью оценки качества половых продуктов калкана мы провели серию исследований, результаты которых позволяют оперативно сортировать производителей по степени перспективности их использования в рыбноводном хозяйстве. В частности, модифицированы методики оценки концентрации, скорости и длительности движения сперматозоидов калкана с применением современных компьютерных технологий (Баяндина, 2013). В сотрудничестве с зав. лабораторией, канд. биол. наук В.С. Мухановым (ИМБИ) получены предварительные результаты по разработке перспективного метода оценки энергетических характеристик спермы калкана

методом проточной цитометрии с применением флуоресцентного маркера мембранного потенциала митохондрий.

Результаты исследования закономерностей морфологической изменчивости калкана в период раннего онтогенеза под воздействием разных факторов среды (физических, химических, алиментарных и др.) имеют большое значение для прогноза состояния природных популяций и разработки экологически адекватных методик выращивания молоди калкана в искусственных условиях. В раннем онтогенезе калкана, до начала экзогенного питания, морфологическая изменчивость возникает в первую очередь под действием факторов внешней среды, из которых температура является наиболее существенным морфогеном, в значительной степени определяющим морфофизиологическую разноразличительную и ход эпигенеза.

При температуре 11 °С икринки проходят полное развитие, но с высокой долей аномальных особей: с искривлением хорды, водянкой желточной и окологердечной полостей. Повышение температуры до 13 °С приводит к снижению аномалий, но оптимум эмбрионального развития калкана приходится на температуры 15—17 °С. Снижение темпа эпигенеза по отношению к скорости развития собственно эмбриона калкана может происходить при температуре, превышающей пороговую — выше 20 °С. Резкие скачки температуры (как повышение, так и понижение, даже в пределах оптимума) в период развития предличинок приводят к морфологическим аномалиям (Ханайченко, Гиригосов, 2016).

Выживаемость личинок калкана (SL 3,0—3,3 мм) от начала питания до начала метаморфоза (SL от 6,0 мм) обусловлена, помимо физических, химических и санитарных условий, доступностью кормового зоопланктона и адекватностью его биохимического состава потребностям личинок. Известно, что экспрессия генов, управляющих процессами морфогенеза, находится под контролем эссенциальных компонентов, большая часть которых не синтезируется организмом личинок. Для нормальной экспрессии генов эссенциальные компоненты (морфогены) должны

входить в состав пищи личинок в определенных пропорциях. Наиболее адекватной по биохимическому составу, в том числе по содержанию высоконасыщенных жирных кислот и каротиноидов, пищей для личинок морских рыб являются копеподы. Согласно результатам наших экспериментов, присутствие копепод в рационе личинок калкана способствует формированию у них правильной пигментации и скелета.

С целью улучшения показателей роста и развития личинок калкана мы проводим исследования с моновидовыми культурами копепод: *Calanipeda aquaedulcis*, *Arctodiaptomus salinus*, *Acartia tonsa*, *Oithona davisae*; коловраток *Brachionus plicatilis*, артемиями *Artemia spp.*, а также с микроводорослями, являющимися кормом для коловраток, копепод и артемий: *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis suecica*, *Chlorella sp.*, *Rhodomonas salina*, *Prorocentrum minimum*, *Prorocentrum micans* и криптофитовых IBSSCr54.

Если отечественные технологии культивирования живых кормов для личинок калкана вполне соответствуют мировым стандартам, то производство специализированных сухих гранулированных кормов для личинок в завершающей стадии метаморфоза, и для сформировавшейся молоди и особей, выращиваемых как товарная продукция, совершенно не развито. Для развития этой отрасли целесообразно стимулировать усилия научно-исследовательских учреждений, а также использовать ресурсы рыбоперерабатывающих предприятий.

Одна из самых актуальных проблем в технологии выращивания морских рыб — непредсказуемая массовая смертность личинок на ранних стадиях развития, обусловленная вспышками бактериальных инфекций. Особенно чувствительны к инфекциям личинки камбалообразных, так как на ранних стадиях развития их иммунная и пищеварительная система развиты слабо. Выживаемость, рост и развитие искусственно выращиваемых личинок камбалообразных в значительной степени зависят от микробиологических условий в течение эмбрионального развития и на стадии кормления личинок живыми кормами. Известные способы обработки воды

озоном, бактерицидными препаратами, в том числе антибиотиками, а также с помощью биофильтров, не всегда действенны или имеют нежелательные побочные эффекты. Основными векторами передачи патогенных бактерий личинкам рыб при искусственном выращивании являются поверхность икры, среда выращивания и кормовые организмы (коловратки, артемии). В отсутствие правильной дезинфекции икры, через неё могут передаваться бактериальные инфекции от производителей к личинкам.

Разработанный нами способ применения микроводоросли *Chlorella vulgaris* в сочетании с другими методами дезинфекции позволяет создать оптимальные условия для инкубации икры и подращивания личинок калкана за счёт внесения в среды выращивания вместе с культурой хлореллы её метаболитов, обладающих антибактериальным действием, а также заселения сред выращивания ассоциированными с хлореллой бактериями, благоприятными для жизнедеятельности личинок (эубиотиками), сдерживающими рост оппортунистической микрофлоры. Применение микроводоросли *Ch. vulgaris* по разработанной нами схеме позволяет сформировать оптимальные микробиологические условия в системе искусственного выращивания рыб и их кормовых организмов. Данный способ обеспечивает снижение численности бактерий-оппортунистов, способствуя формирова-

нию сбалансированного бактериального сообщества в средах выращивания организмов, снижению интенсивности бактериальной колонизации их поверхности без применения антибиотиков и, как следствие, повышению качества и выживаемости личинок на ранних стадиях развития (Способ снижения численности ... , 2015).

Высокие технологические и рыночные качества черноморского калкана (высокая плодовитость, возможность круглогодичного получения молоди при специальных условиях содержания производителей, низкий пищевой коэффициент, высокая пищевая ценность и высокая рыночная цена) определяют его большой потенциал для искусственного выращивания. Доработка пилотной технологии выращивания мальков калкана до промышленной технологии и организация искусственного промышленного воспроизводства могут обеспечить получение дополнительной рыбной продукции за счёт зарыбления естественных акваторий и/или товарного производства.

Работа подготовлена по теме государственного задания ФГБУН ИМБИ «Исследование механизмов управления производственными процессами в биотехнологических комплексах с целью разработки научных основ получения биологически активных веществ и технических продуктов морского генезиса», № АААА-А18-118021350003-6.

### Литература

- Баяндина Ю.С.** Характеристики подвижности спермы черноморской камбалы калкана из естественных популяций // Морской экологический журнал. 2013. Т. 12, № 2. С. 11—18.
- Воронина Е.П.** К морфологии и систематике представителей семейства Scophthalmidae // Вопр. ихтиол. 2010. Т. 50, № 6. С. 725—733.
- Маслова О.Н.** Разведение и товарное выращивание черноморской камбалы-калкана *Scophthalmus maoticus*: проблемы и методы // Труды ВНИРО. 2013. Т. 150. С. 35—49.
- Методы подготовки молоди камбалы калкан к выпуску в прибрежные акватории Чёрного моря / Т.В. Шишкина [и др.] // Рибне господарство України. 2007. 1/2 (48/49). С. 2—7.
- Основные результаты многолетней деятельности и перспективы исследований ЮгНИРО в области развития морской аквакультуры в Украине / В.Н. Туркулова [и др.] // Тр. ЮгНИРО. 2012. Т. 50. С. 46—80.
- Способ интенсивного выращивания мальков камбалы калкан / А.Н. Ханайченко [и др.]. Патент на изобретение: RU 2548106, 10.04.2015. Бюл. №10(Пч).
- Способ снижения численности бактерий-оппортунистов в средах выращивания личинок морских рыб и их кормов / Т.В. Рауэн [и др.]. Патент на изобретение 2614604, РФ. МПК А01К 61/00; заявитель и патентообладатель ФГБУН «Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН». №2015151334, заявл. 30.11.2015; опубл. 28.03.2017. Бюл. №10.

**Туркулова В.Н., Новоселова Н.В.** Эколого-физиологические особенности стимуляции созревания производителей черноморского калкана (*Psetta maotica maotica* PALLAS) в условиях искусственного воспроизводства // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: материалы VII Междунар. конф. Керчь, 20—23 июня 2012 г. Керчь: ЮгНИРО, 2012. Т. 2. С. 22—29.

**Ханайченко А.Н., Гирагосов В.Е.** Морфогенез черноморского калкана *Scophthalmus maoticus*: полевые и экспериментальные данные // Морские биологические исследования: достижения и перспективы: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, приуроч. к 145-летию Севастопольской биологической станции (Севастополь, 19—24 сентября 2016 г.). Т. 1. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. С. 327—330.

An investigation on recruitment of hatchery-reared Black Sea turbot juveniles to natural stocks and its bioecological characteristics / M. Zengin [et al.]. Project Number: TAGEM/HAYSU D/2000/17/03/010, Final Report. Central Fisheries Research Institute, Trabzon, Turkey. Trabzon, 2007.

**Bailly N., Chanet B.** *Scophthalmus* RAFINESQUE, 1810: the valid generic name for the turbot, *S. maximus* (LINNAEUS, 1758) [Pleuronectiformes: Scophthalmidae] // Cybium. 2010. Vol. 34, № 3. P. 257—261.

Comparison of mortality of wild and released reared 0-group turbot, *Scophthalmus maximus*, on an exposed beach (Ría de Vigo, NW Spain) and a study of the population dynamics and ecology of the natural population / J. Iglesias [et al.] // Fisheries Management and Ecology. 2003. Vol. 10(1). P. 51—59.

**Danancher D., Garcia-Vazquez E.** Genetic population structure in flatfishes and potential impact of aquaculture and stock enhancement on wild populations in Europe // Reviews in Fish Biology and Fisheries. 2011. Vol. 21, № 3. P. 441—462.

**Ellis T., Hughes R.N., Howell B.R.** Artificial dietary regime may impair subsequent foraging behaviour of hatchery-reared turbot released into the natural environment // Journal of Fish Biology. 2002. Vol. 61 (1). P. 252—264.

**Lei J.L., Liu X.F.** Culture of turbot: Chinese perspective // Practical Flatfish Culture and Stock Enhancement. 2010. P. 185—202.

**Li X., Liu Y., Blancheton J.P.** Effect of stocking density on performances of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*) in recirculating aquaculture systems // Chinese journal of oceanology and limnology. 2013. Vol. 31 (3). P. 514—522.

Phylogeographic Relationships with the Mediterranean Turbot Inferred by Mitochondrial DNA Haplotype Variation / N. Suzuki [et al.] // Journal of Fish Biology. 2004. Vol. 65. P. 1—6.

Rearing of viable juveniles of the Black Sea turbot / Y.E. Bityukova [et al.] // Hydrores. 1990. Vol. 7, № 8. P. 78—81.

Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) — Stock assessments in the Black Sea (STECF-17-14). Publications Office of the European Union. Luxembourg, 2017.

**Sparrevojn C.R., Støttrup J.G.** Post-release survival and feeding in reared turbot // Journal of Sea Research. 2007. Vol. 57(2). P. 151—161.

**Støttrup J.G., Sparrevojn C.R.** Can stock enhancement enhance stock? // Journal of Sea Research. 2007. Vol. 57 (2—3 spec. Iss.). P. 104—113.

**Zengin M., Gümüs A.** An investigation on the recruitment of hatchery-reared turbot (*Psetta maxima* PALLAS, 1811) juveniles to natural population in the eastern Black Sea / Rapp. Comm. int. Mer Médit. 2013. № 40.