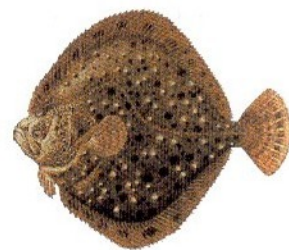


# Разведение черноморского калкана: достижения и проблемы

Канд. биол. наук О.Н. Маслова, Ю.В. Разумеев – ВНИРО



**Исследования по разработке технологии разведения черноморской камбалы-калкана проводятся во ВНИРО с 1990 г. Их назначение – организация регулярного выпуска молоди в море с целью повышения численности естественных популяций калкана и увеличения объема его вылова.**

Черноморский калкан (*Scophthalmus maeoticus*) является близкородственным видом тюрбо (*Scophthalmus maximus*), поэтому при проведении исследований опирались на мировой опыт в области разведения тюрбо с учетом экологических особенностей калкана. За основу был принят метод производства молоди, сходный с методом, применяемым при разведении тюрбо. Личинок выращивали в зеленой воде, первый корм – коловратки, затем – науплии и метанауплии артемии; перевод на искусственный корм осуществляли к концу первого месяца жизни.

Для калкана был установлен сходный с тюрбо характер динамики смертности личинок в течение первого месяца выращивания. Были отмечены три критические периода, характеризующиеся повышенной смертностью личинок. Первый пик смертности (3–4-е сут. после вылупления) наблюдается непосредственно перед переходом личинок на внешнее питание. В этот период погибают личинки, имеющие различные дефекты в развитии, т.е. ведущим фактором является качество икры и личинок. Второй пик смертности наблюдается на 7–9-е; третий – на 13–16-е сут. Подавляющее большинство погибающих личинок, хотя и не имеют видимых дефектов в развитии, не питаются. Причинами смертности тюрбо в аналогичные периоды принято считать неудовлетворительное качество живых кормов и бактериальное загрязнение выростных бассейнов.

Таким образом, вариабельность выживаемости личинок калкана, с одной стороны, определяется качеством икры и личинок, а с другой – находится в зависимости от внешних факторов: адекватности кормов пищевым потребностям личинок и санитарного состояния выростных емкостей.

В связи с этим наши исследования были направлены на повышение выживаемости личинок, а также стабилизацию результативности выращивания путем минимизации негативного влияния всех перечисленных факторов. Процесс разработки технологии разведения калкана можно разделить на два этапа. На первом этапе (1990 – 1994 гг.) основное внимание было сосредоточено на повышении пищевой ценности живых кормов и сохранении благоприятной микробиологической ситуации в выростных емкостях с целью улучшения выживаемости личинок. Эти две проблемы тесно взаимосвязаны, так как именно живые корма являются мощным источником бактериального загрязнения выростных бассейнов. Поэтому получение урожая кормов с минимальным содержанием микрофлоры в сочетании с рациональным режимом их внесения – наиболее эффективный способ снижения бактериальной нагрузки на выростные системы.

Степень бактериального загрязнения живых кормов зависит от длительности культивирования и обогатителя, используемого для повышения их питательной ценности. Наиболее «чистый» урожай кормов можно получить при накопительном режиме их культивирования и кормления микроводорослями; качественный состав липидов в наибольшей степени соответствует пищевым потребностям личинок морских рыб. В первую очередь это *Monochrysis*, *Isochrysis*, *Pseudoisochrysis* и ряд других видов.

На основании сравнения интенсивности питания личинок калкана и их выживаемости при различной степени развития микро-

флоры было определено предельно допустимое содержание микробных клеток в воде. Общее микробное число (ОМЧ) не должно превышать 1000–1500 мкл/мл. Предельно допустимые значения ОМЧ урожая живых кормов рассчитаны, исходя из соотношения объема внесения каждого типа корма к объему выростного бассейна, и составляют: для водорослей – не более 50 мкл/мл; коловраток – 100; науплиев артемии – не более 500 мкл/мл. Для получения урожая, соответствующего этим требованиям, был отработан накопительный режим культивирования микроводорослей и коловраток с поэтапным увеличением объема; длительность каждого этапа – 5–7 дней.

Повышение питательной ценности коловраток происходит благодаря ежедневному внесению в выростные бассейны микроводорослей видов *Monochrysis*, *Isochrysis*, *Pseudoisochrysis* с поддержанием концентрации 0,3–0,5·10<sup>6</sup> кл/мл.

При производстве артемии их яйца, а затем науплиев подвергали жесткой дезинфекции, что обеспечивало снижение бактериальной обсемененности. Для обогащения метанауплиев артемии использовали как искусственные питательные смеси, так и микроводоросли. Для снижения бактериального пресса на выростные системы эти два типа метанауплиев вносили поочередно.

Выращивание и кормление личинок проводили по следующей схеме. Подготовку бассейнов (наращивание в них микроводорослей, а затем коловраток) начинали за 5–6 сут. до посадки личинок. К моменту перехода личинок на экзогенное питание плотность коловраток должна составлять 10 экз/мл; после перехода личинок на активное питание в бассейны ежедневно вносят смесь из водорослей нескольких видов. Дополнительно вносить коловраток начинают при снижении их концентрации до 3 экз/мл.

Науплий артемии начинают вносить наряду с коловратками при достижении личинками возраста 12–13 сут. Метанауплиев, обогащенных питательной смесью, включают в рацион на 14–15-й день. Задержка перевода личинок на питание науплиями позволяет сократить период питания кормом с неблагоприятным химическим составом, благодаря чему удается повысить выживаемость личинок, хотя при этом сдерживается темп роста. На искусственный корм личинок калкана переводят на 25–28-е сут.

Выживаемость при выращивании по этой схеме к концу первого месяца достигала 40 % и более, при этом доля личинок с нарушениями пигментации не превышала 5–7 % (от числа выживших). Однако нередки были случаи высокой смертности, вплоть до гибели всех личинок к 16–20-дневному возрасту. При этом уровень бактериального загрязнения не всегда превышал предельно допустимое значение (1500 мкл/мл). Кроме того, накопительный метод культивирования гарантировал получение живых кормов стабильного качества (как по химическому составу, так и по ОМЧ). Поэтому не все случаи неудачного выращивания личинок калкана объясняются бактериальным прессом и неадекватностью кормов.

Одним из вероятных объяснений нестабильности результатов выращивания может служить вариабельность выживаемости личинок к моменту перехода на активное питание, которая определяет плотность их посадки на выращивание. При значительных отклонениях уровня смертности на завершающих этапах эндогенного питания в ту или иную сторону от среднего показателя нарушается равновесие между концентрацией коловраток и их потребителями. Следствием этого является снижение уровня стабильности выростной системы.

Вместе с тем установлено, что показатель смертности личинок калкана на завершающем этапе эндогенного питания четко коррелирует с долей посаженных на выращивание личинок, имеющих нарушения в развитии. Качество икры и личинок оценивали по проценту оплодотворения и вылупления. Пригодными для выращивания признавали личинок, полученных от партий икры с уровнем оплодотворения и вылупления не менее 75 %. Процент аномальных эмбрионов и личинок также принимали во внимание, но с учетом характера нарушений развития и вероятных причин их происхождения. Анализ причин и динамики смертности личинок калкана показал, что их гибель на первых этапах выращивания в большой степени предопределяется условиями получения и инкубирования икры.

В связи с этим на втором этапе разработки технологии калкана (1995 – 1997 гг.) основное внимание было уделено поиску методов стандартизации качества икры и личинок.

**Получение половых продуктов**

Половые продукты получали как от диких производителей, отлавливаемых в море в течение нерестового сезона, так и от производителей собственного маточного стада. Спонтанный нерест в бассейнах диких производителей наблюдали крайне редко, а производители маточного стада при совместном содержании нерестятся регулярно. Поэтому перед началом нерестовой кампании самок и самцов рассаживают в разные бассейны, чтобы исключить возможность естественного нереста. Каждая самка маточного стада нерестится до 10 раз в течение нерестового периода с интервалом в 3–7 дней. Периодичность созревания последовательных порций икры не установлена, а ежедневный контроль созревания самок не гарантирует своевременного сцеживания икры.

Длительное нахождение икры после овуляции в полости тела отрицательно сказывается на ее качестве: увеличивается доля икры с отрицательной плавучестью, снижается ее способность к оплодотворению. При сцеживании через 24 ч после овуляции вся икра погибает, процент оплодотворения равен нулю (рис. 1). В течение первых 6 ч после овуляции процент оплодотворения снижается незначительно, но доля личинок с нарушениями в развитии резко возрастает после достижения предельно допустимого интервала от овуляции до сцеживания. А продолжительность этого интервала имеет индивидуальную вариабельность для каждой самки. Поэтому процент оплодотворения не может служить надежным критерием оценки качества икры.

Для отбраковки «перезревшей» икры разработан экспресс-метод, основанный на изменении проницаемости оболочек икры в зависимости от времени, прошедшего после овуляции. Овулировавшую икру помещают в раствор красителя; качество икры оценивают по скорости окрашивания и его интенсивности. Этот простой тест позволяет в течение нескольких минут определить потенциальный процент оплодотворения и долю жизнеспособных икринок и на основании этих показателей выбрать наиболее качественную партию икры.

**Оплодотворение икры**

При оплодотворении икры калкана, так же как и тюрбо, ранее использовали полусухой способ: к сцеженной в сухую посуду икре приливали слегка разбавленную морской водой сперму, перемешивали и затем постепенно добавляли морскую воду. Применение данного способа обычно обеспечивало высокий уровень оплодотворения икры (до 90–95 %). Однако до оплодотворения икра калкана имеет слабые оболочки, которые легко травмируются при перемешивании, особенно в случаях, когда с икрой сцеживается недостаточное количество овариальной жидкости. Это обстоятельство позволило предположить, что при использовании мокрого способа оплодотворения икра, сцеженная не в сухую посуду, а в морскую воду, будет находиться во взвешенном состоянии, что снизит вероятность ее травмирования. Результаты сравнительных экспериментов по оплодотворению шести партий икры калкана разными способами представлены в таблице.

При сравнении результатов оплодотворения икры калкана полусухим и мокрым способами не получено существенных различий по таким показателям, как процент оплодотворения икры и

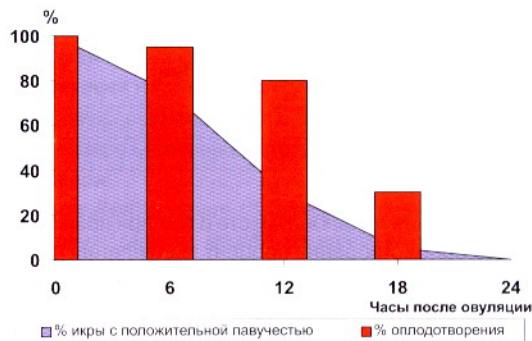


Рис. 1. Зависимость качества икры от времени ее сцеживания

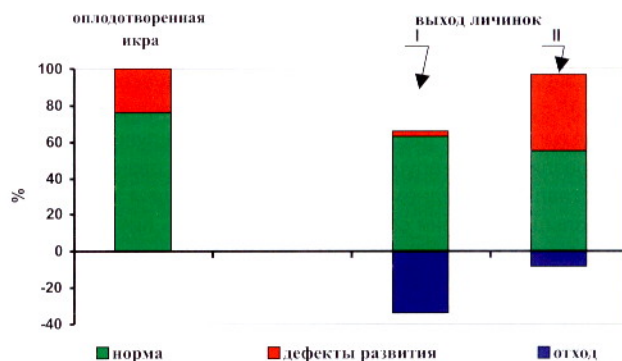


Рис. 2. Результаты инкубации икры в аппаратах новой (I) и старой (II) конструкции

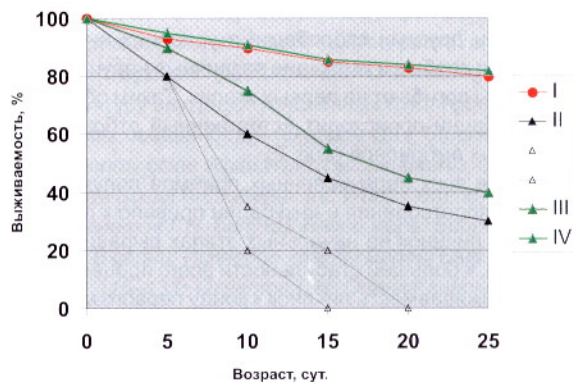


Рис. 3. Выживаемость личинок тюрбо и калкана к возрасту 25 сут.: I – максимально возможная (теоретическая) выживаемость тюрбо (по Person-Le Ruyet); II – типичные кривые выживаемости личинок тюрбо; III – выживаемость личинок калкана в 1992 – 1994 гг.; IV – выживаемость личинок калкана в 1995 – 1997 гг.

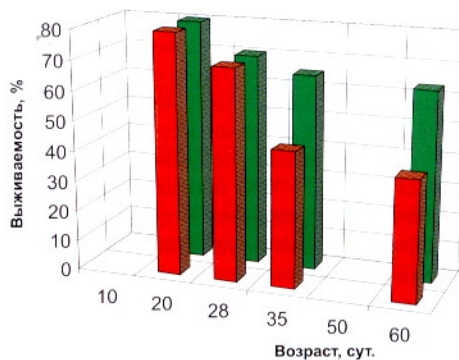


Рис. 4. Выживаемость калкана на разных этапах выращивания (от посаженных на выращивание личинок)

Способ оплодотворения	% оплодотворения икры	% дефектной оплодотворенной икры	% вылупившихся личинок		
			Всего	С дефектами в развитии	Нормальные
Полусухой	72–90	10–50	70–90	20–50	40–50
Мокрый	75–91	5–10	90–99	5–10	85–89

процент вылупления личинок. Вместе с тем при применении мокрого способа оплодотворения процент вылупления нормальных личинок оказался значительно выше за счет сокращения доли нежизнеспособных личинок с видимыми дефектами в развитии.

### Инкубация икры

Основным условием успешной инкубации икры калкана является строгий контроль параметров среды в пределах их оптимальных значений. Инкубация икры при постепенном повышении температуры от 13 до 15°С, стабильной солёности (17–18 ‰) и постоянной смене воды, обеспечивающей плавное перемешивание икры, позволяет получить высокий выход личинок – до 90–95 %. Но при данных условиях выживают и эмбрионы, имеющие врожденные дефекты, поэтому доля вылупившихся личинок с различными нарушениями в развитии в разных партиях икры составляет в среднем 25–30 %. В дальнейшем этот показатель в большой степени определяет смертность личинок на начальных этапах развития. Поэтому элиминация нежизнеспособных личинок на этапе инкубации является наиболее эффективным способом снижения смертности личинок.

С этой целью был создан инкубационный аппарат новой конструкции, в котором одновременное с интенсивным водообменом (0,5–1,0 об/ч) перемешивание икры воздухом (10–30 мл/мин) создает достаточно жесткие условия, приводящие к гибели нежизнеспособных эмбрионов. По показателю выхода личинок результаты инкубации икры в аппаратах данной конструкции уступают инкубации другими способами: в условиях интенсивного перемешивания слабые и имеющие различные нарушения в развитии эмбрионы погибают на первых этапах. Таким образом, уже на этапе инкубации происходит естественный отбор наиболее жизнеспособных эмбрионов (рис. 2).

Применение всех перечисленных приемов получения икры калкана, ее оплодотворения и инкубации привело к повышению выживаемости личинок на начальных этапах выращивания и, в конечном итоге, к большей стабильности всего процесса получения молоди. Выживаемость личинок к концу первого месяца жизни повысилась в 2 раза и практически соответствует максимально возможной, приведенной в работе Person-Le Ruyet (1989).

Динамика выживаемости калкана на разных этапах развития (при использовании различных видов корма) до двухмесячного возраста представлена на рис. 3. Повышенная смертность в течение второго месяца выращивания обусловлена двумя факторами: техническими проблемами водоподготовки при увеличении расхода воды и использованием неспециализированных кормов (стартовый корм для сиговых рыб и артемии в сочетании с мясом рыбы). Эти проблемы предполагается решить в условиях промышленного предприятия – государственного питомника для разведения калкана. К настоящему времени подготовлены все исходные данные, необходимые для создания такого питомника, включая оптимизированную комплектацию его современным оборудованием, разработанную совместно с немецкой фирмой EMF.

В период с 1992 по 1997 г. в Черное море было выпущено более 165 тыс. экз. молоди калкана, полученной в искусственных условиях, в том числе в 1995 – 1997 гг. объем выпуска составлял по 50 тыс. экз. ежегодно. Одновременно с началом проведения этих работ было зарегистрировано существенное увеличение численности молоди калкана именно в районе Анапской банки, где был осуществлен выпуск, а в настоящее время поколения 1993 – 1996 гг. оцениваются как высокоурожайные.

Эти совпадения являются косвенным подтверждением предположения о возможности существенного сокращения сроков, необходимых для восстановления численности популяции калкана путем выпуска его молоди в море.