

ПРОЦЕСС АДАПТАЦИИ И ВЫРАЩИВАНИЯ КЕФАЛИ-ПИЛЕНГАСА (*LIZA NAEMATOSCHEILUS* (TEMMINCK & SCHLEGEL, 1845)) В СИСТЕМЕ УСТАНОВКИ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Д.С. Тажбаева

Аннотация. Выращивание рыбы в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) является перспективным и наиболее распространенным за рубежом и в нашей стране. Экспериментальные работы по адаптации кефали-пиленгаса к условиям искусственной экосистемы УЗВ проводили в аквариальном комплексе Южного научного центра РАН. Полный период адаптации наступает через 45 суток при ступенчатом переводе рыб на кормление гранулированными высокобелковыми кормами. Был проведен эксперимент по выращиванию пиленгаса в УЗВ с использованием комбикормов с разным содержанием питательных веществ в воде с различной соленостью. Полученные результаты показали, что при выращивании пиленгаса в воде с соленостью 4–5 ‰ и кормлении гранулированным высокопротеиновым кормом (52 %) пиленгас увеличивал массу тела на 10,8 г больше, чем в воде с соленостью 0,85–1,6 ‰.

Ключевые слова: кефаль-пиленгас, адаптация, установка замкнутого водоснабжения, комбикорм, соленость.

Введение

Пиленгас – дальневосточный представитель семейства Mugilidae, акклиматизирован в Азово-Черноморском бассейне в 70–80-х годах прошлого столетия. В новых условиях пиленгас продемонстрировал высокий темп роста и экологическую пластичность [Жеребцов, Булли, 2016].

В результате успешной акклиматизации дальневосточная кефаль-пиленгас на протяжении 1990-х гг. стала одной из массовых и ценных крупнотелых промысловых рыб Азово-Черноморского бассейна и за его пределами [Старушенко, 2004].

С 2009 г. наблюдается снижение уловов и численности пиленгаса. Основные причины снижения его запаса в Азово-Черноморском регионе – постоянная интенсивная эксплуатация (легальным и нелегальным промыслом), а также ухудшение условий естественного воспроизводства пиленгаса в Азовском бассейне [Балыкин, Старцев, 2017].

Адаптация рыб из естественных популяций к искусственным условиям исследовалась в ряде работ [Бахарева, Грозеску, 2009; Пономарева и др., 2009]. В южной части Европейской России и на Украине успешно занимаются ис-

кусственным разведением пиленгаса. Выращивание производится в соленой, солоноватой и пресной воде в садках и бассейнах, а также в искусственных прудах [Мязина и др., 2006].

На данный момент выращивание рыбы в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) является перспективным и наиболее распространенным как в России, так и за рубежом. Главным образом это связано с сокращением до минимума потребления чистой воды при строительстве рыбоводных замкнутых систем, что является особенно актуальным для регионов с засушливым климатом.

Кроме того, рециркуляция воды обеспечивает более высокое и стабильное производство продукции аквакультуры с меньшим риском возникновения болезней, а также лучшие возможности для контроля параметров, влияющих на рост рыб [Браинбалле, 2010].

Цель работы – исследование процесса адаптации пиленгаса, выловленного из естественной среды обитания, к искусственным условиям выращивания в системе УЗВ.

Материалы и методы

Экспериментальные работы проводили на Береговой научно-экспедиционной базе (БНЭБ) «Кагальник».

Объектом исследования стал пиленгас *Liza haematocheilus* (Temminck & Schlegel, 1845), завезенный в аквакомплекс Южного научного центра РАН из естественной среды обитания и адаптированный к искусственным условиям содержания в УЗВ. Отлов осуществлялся ставными сетями, в соответствии с разрешительными документами на добычу рыбы, выданными ЮНЦ РАН в установленном порядке. Для отлова младших возрастных групп использовали мальковую волокушу с кутцом из дели (хамсорос).

Для оценки рыбоводно-биологических параметров использовали стандартные расчеты. В период выдерживания рыбы в карантинном блоке и перед посадкой ее в систему УЗВ проводили измерение и взвешивание рыб согласно общепринятым рекомендациям [Правдин, 1966].

Эффективность корма оценивали по показателям абсолютного и среднесуточного прироста, среднесуточной скорости роста и коэффициенту массонакопления.

Абсолютный прирост рассчитывался по формуле (1):

$$P = M_k - M_n, \quad (1)$$

где P – абсолютный прирост, г; M_n – масса начальная, г; M_k – масса конечная, г.

Среднесуточный прирост определялся по формуле (2):

$$C = \frac{M_k - M_n}{n}, \quad (2)$$

где C – среднесуточный прирост, г/сут.; M_n – масса в начале эксперимента, г; M_k – масса в конце эксперимента, г; n – продолжительность эксперимента, сут.

Скоростью роста является прирост рыбы в единицу времени, это абсолютная мера роста за период, в который она учитывается.

Среднесуточную скорость роста вычисляли по формуле сложных процентов [Castell, Tiewes, 1979] (3):

$$A = \left[\left(\frac{M_k}{M_n} \right)^{1/t} - 1 \right] * 100, \quad (3)$$

где A – среднесуточная скорость роста, %; M_n – масса в начале выращивания, г; M_k – масса в конце выращивания, г; t – продолжительность выращивания, сут.

Коэффициент массонакопления [Купинский и др., 1986] для более точного определения скорости роста вычисляли по формуле (4):

$$K_M = \frac{(M_k^{1/3} - M_n^{1/3}) * 3}{t}, \quad (4)$$

где K_M – общий продукционный коэффициент скорости роста; M_n – масса в начале выращивания, г; M_k – масса в конце выращивания, г; t – продолжительность выращивания, сут.

Данные статистически обрабатывались по Г.Ф. Лакину [1990] и с помощью компьютерной программы Excel.

Результаты и обсуждение

Отлов разновозрастных групп (взрослых особей и молоди пиленгаса) производили при помощи специализированных орудий лова.

Пойманную рыбу помещали в транспортировочную емкость (объем не менее 60 л), заполненную водой с места отлова. Рыбу содержали при плотности посадки 65–80 кг/м³ в осенний и зимний период, а также ранней весной. В поздний весенний и летний периоды плотность – до 60 кг/м³. После размещения пиленгаса в емкости его транспортировали к месту назначения для пересадки в бассейны. Транспортировка рыбы сопровождалась сильным стрессом с выделением большого количества слизи.

Отловленную рыбу первоначально концентрировали в садках, расположенных в естественной среде обитания, для снятия стресса, предварительного обследования, восстановления чешуйчатого покрова после повреждения орудиями лова и для начальной подготовки к адаптации пиленгаса к выращиванию в УЗВ.

Перед посадкой в садки проводили визуальный осмотр рыбы. Отбраковывали ослабленную рыбу с сильными повреждениями чешуи и наличием травм. Поздней осенью и ранней весной рыбу выдерживали без кормления, чтобы снизить активность метаболических процессов. Пиленгаса оставляли в садках на зимнее содержание. Для исключения заморозов в зимний период в садках делали лунки при замерзании. Минимальная температура воды для кефали-пиленгаса составляет 0,5 °С [Васильева, Лужняк, 2013].

При наступлении критических температур рыбу переводили в аквариальный комплекс. Для исключения термического шока бассейны, в которые производилась пересадка рыб, заполняли водой из реки.

При поступлении в аквакомплекс в течение 15–20 дней пиленгас содержался в адаптационно-карантинном блоке. В профилактических целях соленость циркулирующей воды в карантинном бассейне в течение двух суток составляла 3–4 ‰.

В карантинных бассейнах проводилось постоянное наблюдение за температурой воды, кислотностью, соленостью, содержанием кислорода в воде. При снижении содержания растворенного кислорода в воде устанавливали воздушный компрессор.

После выдерживания рыбы в адаптационно-карантинном блоке пиленгас пересаживался в систему УЗВ. Пересадка сопровождалась обработкой в солевой ванне (3 %-ный р-р NaCl) на протяжении 3–5 минут. В 3 %-ном солевом растворе наблюдалась характерная картина обработки рыб, коагулировалась слизь, пиленгас заваливался на бок, не подавая признаков жизни. Восстановление нормального состояния рыбы происходило постепенно после перевода пиленгаса в пресную воду.

Перевод пиленгаса на искусственные корма являлся одной из важных проблем при адаптации. В первые сутки рыбу приучали к кормам на основе рыбного фарша, начиная с кормления влажным кормом в течение первой недели. Через трое суток в корм начинали вводить гранулы, и уже в последующие дни пиленгас был полностью переведен на гранулированные корма.

Для кормления пиленгаса использовали гранулированные высокобелковые корма с содержанием протеина больше 40 %. Крупка выбиралась в зависимости от размера рыбы. Линейно-массовые показатели кефали имели положительную динамику через 30 суток адаптации. При дальнейшем выращивании каждые 30 суток производилась корректировка биомассы и длины.

В результате проведения экспериментов была разработана методика адаптации кефали-пиленгаса к искусственным условиям среды УЗВ. Полный период адаптации наступает через 45 суток при ступенчатом переводе рыб на кормление гранулированными высокобелковыми кормами.

Был проведен эксперимент по выращиванию пиленгаса в УЗВ с использованием комбикормов с разным содержанием питательных веществ (табл. 1) в воде с различной соленостью.

Таблица 1. Состав комбикормов

Показатель	Вариант 1	Вариант 2
Сырой протеин, %	45	52
Сырой жир, %	17	25
Клетчатка, %	1	0,9
Зола, %	8,5	7,3
Фосфор, %	1,5	1,3

Условия водной среды в УЗВ сохранялись на постоянном уровне и менялись незначительно. За весь период исследования гидрохимические показатели находились в пределах нормы [Отраслевой стандарт, 1987]. Концентрация растворенного кислорода находилась в диапазоне 7–8,5 мг/л, температура 19–21,5 °С, рН воды 6,5–8, соленость: опыт 1 – 0,85–1,6 ‰; опыт 2 – 4–5 ‰.

Опыт № 1. Вода в системе УЗВ соленостью 0,85–1,6 ‰. Пиленгаса кормили 2 раза в сутки равными порциями. Норма кормления – 1,8 % от массы тела, размер крупки – 2 мм.

Исследования по выращиванию пиленгаса с применением двух вариантов комбикормов показали, что наиболее высокий темп роста был получен при использовании варианта 2: абсолютный прирост – 48,1 г, среднесуточный прирост – 0,8 г/сут. Параметры роста при первом варианте были ниже: абсолютный прирост – 24,6 г, среднесуточный прирост – 0,41 г/сут. (табл. 2).

Среднесуточный и абсолютный приросты массы пиленгаса при кормлении кормом варианта № 2 были в 2 раза больше в сравнении с вариантом № 1.

Опыт № 2. Кормление производилось 2 раза в сутки равными порциями. Норма кормления – 1,8 % от массы тела, размер крупки – 2 мм. Для поддержания солености 4–5 ‰ в систему УЗВ была добавлена соль (NaCl) 4 г на 1 л воды.

Исследования показали, что наибольший темп роста получен при использовании варианта 2: абсолютный прирост составил 58,9 г, среднесуточный прирост – 0,98 г/сут. Параметры роста в первом варианте были меньше: абсолютный прирост – 30,3 г, среднесуточный прирост – 0,5 г/сут. (табл. 3).

Таблица 2. Показатели роста пиленгаса в УЗВ (соленость 0,85–1,6 ‰)

Показатель	Вариант 1	Вариант 2
Масса начальная, г	117,7±12,3	122,9±13,6
Масса конечная, г	142,3±17,1	171±18
Абсолютный прирост, г	24,6	48,1
Среднесуточный прирост, г/сут.	0,41	0,8
Среднесуточная скорость роста, %	0,32	0,56
Коэффициент массонакопления, ед.	0,017	0,033
Продолжительность опыта, сутки	60	60

Таблица 3. Показатели роста пиленгаса в УЗВ (соленость 4–5 ‰)

Показатель	Вариант 1	Вариант 2
Масса начальная, г	126,6 ± 17,5	142,7 ± 18,2
Масса конечная, г	156,9 ± 22,2	201,6 ± 23,6
Абсолютный прирост, г	30,3	58,9
Среднесуточный прирост, г/сут.	0,51	0,98
Среднесуточная скорость роста, %	0,36	0,59
Коэффициент массонакопления, ед.	0,02	0,03
Продолжительность опыта, сутки	60	60

Полученные результаты показали, что при выращивании пиленгаса в воде с соленостью 4–5 ‰ и кормлении гранулированным высокопротеиновым кормом (52 %) масса тела пиленгаса составила на 10,8 г больше, чем в воде с соленостью 0,85–1,6 ‰. А при кормлении комбикормом с содержанием протеина 45 % пиленгас в опыте № 2 вырос на 5,7 г больше, чем в опыте № 1.

Таким образом, можно сделать вывод, что рыбоводно-биологические показатели роста пиленгаса лучше в опыте № 2. Вероятно, увеличение темпа

роста связано с большей соленостью воды. При сравнении двух вариантов кормов с разным содержанием питательных веществ, видно, что увеличение роста связано с большим содержанием белка и жира как источников энергии. Следовательно, для пиленгаса целесообразно использовать корм с повышенным содержанием протеина при выращивании в управляемых условиях.

Выражаю благодарность научному руководителю ЮНЦ РАН академику Г.Г. Матишову, д.б.н. Е.Н. Пономаревой, В.П. Коваленко, сотрудникам аквакомплекса ЮНЦ РАН, БНЭБ «Кагальник» и студентам ДГТУ, которые принимали участие и помогли в исследованиях адаптации пиленгаса к искусственным условиям выращивания в УЗВ.

Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН, № ГР 01201354245, с использованием УНУ МУК ЮНЦ РАН и Биоресурсной коллекции редких и исчезающих видов рыб ЮНЦ РАН № 73602.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Балыкин П.А., Старцев А.В. Некоторые особенности биологии пиленгаса в Таганрогском заливе // Труды ВНИРО. 2017. Т. 166. С. 72–80.

Бахарева А.А. Грозеску Ю.Н. Особенности адаптации стерляди из естественной популяции к искусственным условиям // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Рыбное хозяйство. 2009. № 2. С. 80–83.

Брайнбалле Я. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения: введение в новые экологические и высокопродуктивные замкнутые рыбоводные системы. Копенгаген: Еврофиш, 2010. 74 с.

Васильева Е.Д., Лужняк В.А. Рыбы бассейна Азовского моря. Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. 272 с.

Жеребцов В.Д., Булли Л.И. Морфобиологическая характеристика молоди пиленгаса, получаемой для пополнения естественных популяций // Сб. тр. по мат-лам научно-практ. конф. ФГБОУ ВО «КГМТУ» 2016 г. / под общ. ред. Е.П. Масюткина. Керчь: ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2016. С. 113–118.

Купинский С.В., Баранов С.А., Резников В.Ф. Радужная форель – предварительные параметры стандартной модели массонакопления // Сб. науч. трудов ВНИИПРХ (1984–1985 гг.): Индустриальное рыбоводство в замкнутых системах. М.: ВНИИПРХ, 1986. Вып. 46. С. 109–115.

Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.

Мязина Е.И., Иукурдзие И.Ш., Насонова А.И., Дубов В.Е., Еловенко В.Н., Асмандияров Р.Г. Пиленгас как объект акклиматизации для Астраханской области // Рыбное хозяйство. 2006. № 3. С. 66–67.

Отраслевой стандарт. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы. ОСТ 15.372-87. Приказ Министерства рыбного хозяйства СССР от 10 декабря 1987 г.

Пономарева Е.Н., Сорокина М.Н., Ковалева А.В. Результаты адаптации молоди судака *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) к выращиванию в индустриальных условиях // Вест-

ник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Рыбное хозяйство. 2009. № 2. С. 95–101.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.

Старушенко Л.И. История решения вопроса о вселении пиленгаса в Черное море и его водоемы с целью акклиматизации // Известия Музейного фонда им. А.А. Браунера. Т. 1. № 2. 2004. С. 11–15.

Castell J.D., Tiews K. Report of the EIFAC, IUNS and ICES Working Group on the standardization of the methodology in fish nutrition research // Hamburg (Federal Republic of Germany, March 21–23, 1979) EIFAC Tech. pap. 36. 1979. P. 1–24.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Динара Сергеевна Тажбаева – м.н.с. лаб. рыбоводства ЮНЦ РАН; d.tazhbaeva@yandex.ru