

ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ ЧЕРНОМОРСКО-АЗОВСКОЙ ШЕМАИ *ALBURNUS LEOBERGI* ПРИ РАЗНЫХ ПЛОТНОСТЯХ ПОСАДКИ

Г. В. Головки¹, А. В. Кулиш²

¹Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»),
344002, Россия, г. Ростов-на-Дону

²ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»,
298309, Россия, г. Керчь

Проведен анализ выращивания молоди шемаи при разных плотностях посадки (0,767 и 0,51 млн экз./га) с использованием мероприятий по интенсификации развития кормовых ресурсов выростных прудов. Применение азотно-фосфорно-калиевых минеральных и органических удобрений способствовало развитию хлорококковых микроводорослей и мелких организмов зоопланктонного сообщества — коловраток, являющихся необходимым и основным компонентом в рационе личинок шемаи на первых этапах эмбрионального развития. Общая биомасса фитопланктона опытных прудов составила соответственно 1,03 и 1,18 г/м³. Показано, что увеличение плотности посадки личинок шемаи в полтора раза (0,51 и 0,767 млн экз./га) снижает показатели удельной скорости роста личинок на первых этапах личиночного (20,2 и 14,4 %) и в мальковом периодах развития (4,2 и 3,6 %), индексов наполнения кишечных трактов личинок (156,7 и 108,2 ‰) и мальков (125,7 и 94,8 ‰), массы молоди при выпуске (364,3 и 318,6 мг). В то же время масса выращенной молоди в обоих случаях превышает нормативную (300 мг). Продолжительность выращивания мальков в опытных вариантах составила 58–62 сут. Выживаемость молоди различалась незначительно, составив соответственно 78,1 % и 75,0 %; рыбопродуктивность была выше при более высокой плотности посадки личинок в мальковые пруды — 190,9 кг/га против 139,3 кг/га при нормативной. Сделан вывод, что при использовании мероприятий по формированию естественных кормов для получения молоди нормативной массы в целях воспроизводства плотность посадки вселяемых личинок может составлять 0,7–0,8 млн экз./га.

Ключевые слова: черноморско-азовская шемая *Alburnus leobergi*; искусственное воспроизводство; интенсификация кормовой базы; плотность посадки; удельная скорость роста; индексы наполнения кишечных трактов; выживаемость; рыбопродуктивность

Введение

В настоящее время черноморско-азовская шемая (*Alburnus leobergi* Freyhof, Kottelat, 2007) является редким видом, занесенным в Красную книгу России [1], Краснодарского края [2], Ростовской [3] и Волгоградской [4] областей. В связи с этим с конца XX столетия в Азово-Донском районе осуществлялись исследования для разработки заводской технологии воспроизводства данного вида с выпуском в р. Дон опытных партий молоди. Воспроизводственные работы вы-

полнялись в двух рыбоводных хозяйствах Ростовской области [5]. Процесс воспроизводства *A. leobergi* осуществляется поэтапно и состоит из заготовки производителей в период анадромных миграций, получения и инкубации икры, выдерживания эмбрионов, выращивания молоди и ее выпуска в естественный водоем. Значимым этапом воспроизводства, определяющим его эффективность, является выращивание жизнеспособной молоди не ниже нормативной массы. Для разработки рыбоводно-технологических нормативов применяли разные плотности посадки личинок шемаи в мальковые пруды

в пределах 0,45–1,9 млн экз./га. При плотности личинок выше 1 млн экз./га для достижения нормативной массы молоди (0,3 г) естественных кормов было недостаточно, и это вызывало необходимость использовать искусственные корма. В то же время дефицит выростных площадей рыбоводных хозяйств ограничивает объемы выращивания молоди шемаи в воспроизводственных целях при нормативной (0,5 млн экз./га) плотности. В связи с этим целью данной работы стало определение плотности посадки для получения молоди нормативной массы на естественных кормах при использовании ранее разработанной схемы интенсификации кормовой базы выростных прудов в диапазоне 0,5–1,0 млн экз./га [6]. С этой целью выращивали молодь шемаи на естественных кормах с применением одинаковых интенсификационных мероприятий, используя две плотности, различающиеся в 1,5 раза: 0,767 и нормативную — 0,51 млн экз./га.

В процессе искусственного воспроизводства азово-черноморской шемаи успешное выращивание молоди в прудовых условиях обусловлено наличием достаточного количества естественных кормов в момент вселения личинок и соответствием размерного состава кормовых гидробионтов возрастным возможностям личинок и мальков. Для этого использовали разработанную схему интенсификационных мероприятий [7]. В задачи данных исследований входил анализ динамики роста молоди на разных возрастных стадиях, их размерно-массовых характеристик, количественных и качественных показателей питания выращиваемых объектов в зависимости от разных плотностей посадки. Конечной же их целью являлось определение оптимальной плотности посадки личинок в мальковые пруды при искусственном воспроизводстве.

Материалы и методы исследования

В основу работы положены материалы экспериментальных исследований по выращиванию молоди шемаи, выполненных нами в 2006 г. Исследования проводились в пределах ареала распространения черноморско-азовской шемаи — в низовье р. Дон

(Ростовская область) как с использованием традиционных рыбоводных и ихтиологических методик, так и разработанных новых элементов заводской биотехнологии [8].

Заготовку производителей осуществляли в низовье р. Дон с использованием закидного невода с ячейей 24–32 мм по разрешению соответствующих органов на вылов особей вида, занесенного в Красную книгу России. Получение половых продуктов, инкубация икры и выдерживание личинок, а также прудовые исследования проводили на базе карпового рыбоводного хозяйства ООО «им. Мирошниченко» (Ростовская область). Для выращивания молоди использовали мальковые пруды площадью по 0,2 га.

Для стимулирования развития естественной кормовой базы, отвечающей потребностям вселяемых рыб, в прудах применяли следующие мероприятия:

— перед заполнением опытных прудов водой проводили провокационное их залитие с целью уменьшения развития и влияния на гидробиологические процессы лептестерии, стрептоцефаллюса и щитня;

— после провокационного залития пруды спускали, вносили раствор хлорной извести по участкам ложа у водовыпускных сооружений, после чего вносили удобрения;

— использовали комплекс органических и минеральных удобрений. В качестве органических удобрений применяли полупрепревший навоз крупного рогатого скота, минеральных — мочевины, суперфосфат, диаммонийфосфат и сернокислый калий, древесную золу, которые вносили как по сухому ложу пруда, так и по воде. Удобрения вносили дробно, используя различные соотношения азота, фосфора и калия в зависимости от состояния кормовой базы и гидрохимических условий согласно рекомендациям [7] (табл. 1).

Плотность зарыбления личинками при экспериментальном выращивании молоди шемаи в первом варианте была выше, чем во втором в 1,5 раза; продолжительность выращивания молоди в экспериментальных вариантах различалась незначительно (см. табл. 1).

Таблица 1 — Основные характеристики прудов, перечень интенсификационных мероприятий и рыбобоводные данные

Показатель	Вариант		
	1	2	
Площадь пруда, га	0,2		
Глубина, м	0,8		
Подготовка прудов	Вспашка ложа, дезинфекция сооружений, за- литие водой за 3–5 дней до вселения личинок		
Плотность посадки личинок в пруды, млн шт./га	0,767	0,51	
Индивидуальная масса личинок, мг	1,8		
Внесение удобрений:			
навоз КРС	дата	14.05.2006	
	т/га	0,5	
суперфосфат	дата	14.05.2006	25.05.2006
	кг/га	50	10
сульфат калия	дата	14.06.2006	29.06.2006
	кг/га	5	5
мочевина	дата	25.05.2006	
	кг/га	25	
диаммонийфосфат	дата	03.06.2006	23.06.2006
	кг/га	25	10
древесная зола	дата	03.06.2006	07.07.2006
	кг/га	5	5
Внесение извести*	дата	05.06.2006	
	кг/га	100	
Продолжительность периода выращивания, сутки	58	62	
Кратность зарыбления	2	1	
Выживание молоди в прудах, %	85,4	75,0	
Рыбопродуктивность, кг/га	146,6	283,1	

* Использовали только при снижении концентрации кислорода в воде.

Сбор натуральных материалов для исследований осуществляли еженедельно. Личинок и мальков из прудов отлавливали сачком из газового сита, фиксировали 4%-м раствором формалина. Определение стадии развития шемаи проводили согласно исследованиям Е. Н. Смирновой [9], руководствовавшейся теорией этапов развития костистых рыб В. В. Васнецова [10]. Возраст личинок и молоди учитывался с момента оплодотворения икры. Для определения темпа роста личинок и мальков измеряли длину личинок под бинокулярным микроскопом МБС-6 от конца рыла до конца хорды — на ранних этапах, и до начала лучей хвостового плавника — на более поздних этапах онтогенеза. Личинок взвешивали на аналитических весах Sartorius Talent модель TE 124S с точностью измерения 0,0001 г. Для характеристики роста рыб использовали показатели абсолютных

приростов и удельной скорости роста [11]. Параллельно отбирали пробы для анализа питания молоди шемаи. Перед извлечением кишечного тракта у молоди проводили определение стадии развития, а также измерение и взвешивание рыб. Обработку материала проводили индивидуальным методом. Пищевой комок взвешивали с точностью до 0,0001 мг. Определяли долю непитающихся рыб. Оценку интенсивности питания проводили с помощью двух показателей: индекса наполнения кишечных трактов (ИН — отношение массы пищевого комка к массе рыбы в ‰) и доли непитающихся рыб, т. е. рыб с пустыми кишечными трактами от общего числа исследованных рыб. Анализ состава пищи включал идентификацию и подсчет пищевых объектов, определение их размеров, расчет численного преобладания групп организмов. Массу пищевых объектов определя-

ли по соответствующим таблицам для пресноводного зоопланктона [12; 13].

С целью оценки условий выращивания молоди шемаи проводили регулярный контроль температурного режима воды, измеряя температуру три раза в день (всего 210 измерений); в жаркий период сезона выращивания отбирали пробы на содержание растворенного кислорода в воде (30 измерений) и определение водородного показателя, рН (14 измерений). Для оценки кормовых условий выращивания еженедельно отбирали пробы фитопланктона и зоопланктона. Анализ и обработку ихтиологических (380 экз.), трофологических (180 экз.) и гидробиологических (фитопланктон — 20 шт., зоопланктон — 20 шт.) проб выполняли по общепринятым методикам [14; 15].

Результаты выращивания молоди шемаи оценивали по показателю выживаемости и рыбопродуктивности прудов; качество — по массе, размерному составу и коэффициенту упитанности. Коэффициент упитанности рыб рассчитывали по формуле Фультона, что было обусловлено необходимостью сравнения полученных результатов с данными исследований советского периода.

Результаты и обсуждение

Выращивание молоди является заключительным этапом технологического цикла искусственного воспроизводства, а выживание рыб непосредственно связано с обеспеченностью личинок живым кормом, особенно на ранних стадиях развития. Личинки шемаи, так же как и личинки растительноядных видов рыб, при переходе на активное питание (I этап личиночного периода онтогенеза) потребляют простейших, микроводоросли и мелких коловраток, на II этапе — науплиусы копепоид, молодь кладоцер и мелкие виды кладоцер. На стадии малька шемаи, как пелагическая рыба с верхним ртом, начинает

использовать в пищу наряду с планктонным кормом насекомых, падающих на поверхность воды, а также семена водной растительности [6]. В связи с этим для развития в выростных прудах мелкого коловраточного корма использовали схему удобрения прудов применительно к специфике почв Ростовской области с учетом сроков, видов и норм внесения удобрений соответственно интенсивной технологии, запатентованной в России [7; 16].

Экспериментальные пруды располагались рядом через дамбу и эксплуатировались одновременно. Зарастаемость высшей водной растительностью (тростник, рогоз и камыш) в начале выращивания была незначительной в обоих прудах. Она располагалась вдоль берегов на 1/4 периметра; к концу сезона распространилась на 1/3 побережья в 1 варианте и 1/5 акватории в варианте 2. Глубины обоих прудов варьировали от 1,5 до 1,2 м, с одинаковой планировкой ложа. Температурный режим в период выращивания характеризовался равномерным нарастанием от 19,4 °С в начале мая до 25,8 °С в конце месяца. В первой декаде июня отмечено повышение температуры воды до максимума (28,4 °С) с последующим плавным понижением до 22,1 °С 22 июня. В июле температура воды варьировала в пределах 24,3–27,8 °С.

Среда обитания выращиваемой молоди шемаи по гидрохимическим показателям не выходила за рамки нормативных величин благодаря своевременной подаче свежей воды и интенсификационным мероприятиям (табл. 2).

Содержание растворенного кислорода в воде было в пределах нормы и составляло в среднем 6 мг/л. Однако в начале июня в утренние часы отмечалось снижение концентрации этого показателя до 4,2–4,3 мг/л. Своевременное внесение извести привело к нормализации этого показателя.

Таблица 2 — Диапазон температур и гидрохимических показателей среды обитания молоди шемаи

Вариант	Температура, °С	Гидрохимический показатель	
		О ₂ , мг/л	рН
1	19,3–28,4	4,3–6,7	7,9–8,1
2	19,3–28,4	4,2–6,9	7,8–8,1

Фитопланктон. Альгофлора опытных прудов была представлена 31–37 видами, принадлежащими к пяти типам — хлорофитовым, диатомовым, синезеленым, хризофитовым и эвгленовым. Средние сезонные значения численности фитопланктона в варианте 1 составляли более 4 млн кл./л, биомасса — 1,03 г/м³ с численным преобладанием синезеленых (57,3 %) водорослей. По биомассе доминировали хлорофитовые водоросли (52,4 %).

В результате внесения удобрений биомасса фитопланктона в первой декаде июля возросла от 0,12 до 2,14 г/м³ за счет развития хлорококковых водорослей; во второй декаде июня произошла смена видов с преобладанием в биомассе представителей р. *Chlamidomonas* и р. *Nitzschia*. Подъем с максимумом по биомассе отмечен 15 июня (2,69 г/м³) в результате развития вольвоксовых и хлорококковых водорослей. В третьей декаде июня последовал спад с переменным доминированием диатомовых, хлорококковых и желто-зеленых микроводорослей до 0,69 млн кл./л и 0,16 г/м³. Во второй декаде июля в результате внесения удобрений на-

блюдался еще один подъем биомассы фитопланктона до 1,67 г/м³ благодаря развитию хлорококковых, желто-зеленых, синезеленых водорослей с последующим постепенным спадом к концу вегетационного периода.

В варианте 2 фитопланктон имел в своем развитии два пика, первый из которых был обусловлен развитием желто-зеленых и хлорококковых водорослей и отмечен после внесения удобрений при численности 1,78 млн кл./л и биомассе 0,7 г/м³. Затем следовал спад в течение третьей декады июня, при этом численность находилась в пределах 0,6–0,5 млн кл./л, биомасса — 0,05 г/м³.

В первой декаде июля в результате развития мелкоклеточной хлорококковой водоросли *Chlorella vulgaris* численность и биомасса возросли до 2,05 млн кл./л и 2,27 г/м³.

В третьей декаде июля отмечен максимум численности фитопланктона (11,78 млн кл./л и 0,6 г/м³) благодаря развитию хлорококковых и синезеленых водорослей.

Средние количественные значения фитопланктона в вариантах опыта имели близкие значения и составили соответственно 3,8 и 4,1 млн кл./м³, 1,03 и 1,18 г/м³ (табл. 3).

Таблица 3 — Структура биомассы фитопланктона опытных прудов

Группа	Вариант 1		Вариант 2	
	г/м ³	%	г/м ³	%
Синезеленые	0,17	16,5	0,21	17,8
Диатомовые	0,12	11,7	0,12	10,2
Желто-зеленые	0,05	4,9	0,03	2,5
Эвгленовые	0,15	14,6	0,33	28,0
Хлорококковые	0,38	36,9	0,45	38,1
Вольвоксовые	0,16	15,5	0,04	3,4
<i>Всего</i>	1,03	100,0	1,18	100,0

Следует отметить, что хлорофитовые водоросли, представленные хлорококковыми и вольвоксовыми, в обоих вариантах преобладали, составив 52,4 и 41,5 % общей биомассы, что является следствием применения калийных удобрений в использованном комплексе [7].

Зоопланктон. В опытных прудах отмечено 20 видов гидробионтов зоопланктонного комплекса, из которых 5 было представлено коловратками родов *Brachionus*, *Lecane*,

Keratella и *Asplanchna*, 9 — ветвистоусыми рачками родов *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Moina*, *Chidorus*, *Scapholeberis*, *Bosmina* и 6 — веслоногими рачками родов *Cyclops*, *Acanthocyclops*, *Mesocyclops* и *Diaphomus*. Помимо этих групп в планктоне отмечены личинки комаров, ракушковые раки класса Ostracoda и прочие организмы, такие как личинки поденок, стрекоз, мух, жуков-плавунцов.

Формирование структуры зоопланктона за период выращивания молоди шемаи про-

ходило в условиях двух максимумов: первый сформировался в третьей декаде мая, второй — в конце июня — начале июля.

Степень развития прудового зоопланктона, используемого молодью шемаи в качестве пищи, представлена в таблице 4.

Таблица 4 — Средние значения численности (тыс. экз./м³) и биомассы (г/м³) разных групп зоопланктона

Группа организмов	Вариант 1				Вариант 2			
	Численность	%	Биомасса	%	Численность	%	Биомасса	%
Коловратки	4,8	3,6	0,012	0,2	6,6	5,9	0,108	2,0
Ветвистоусые рачки	89,5	66,8	1,869	38,1	32,8	29,6	1,375	25,5
Веслоногие рачки	32,2	24,0	1,095	22,3	36,0	32,5	0,342	6,5
Личинки комаров	1,0	0,8	0,371	7,6	25,0	22,7	0,899	16,6
<i>Итого кормовых</i>	127,5	95,2	3,347	68,2	100,4	90,7	2,724	50,6
Остракоды	2,7	2,1	0,129	2,6	1,4	1,3	0,049	0,9
Прочие	3,67	2,7	1,433	29,2	8,9	8,0	2,616	48,5
<i>Всего</i>	133,9	100,0	4,909	100,0	110,7	100,0	5,389	100,0

При вселении личинок в опытные пруды вариантов 1 и 2 биомасса коловраток видов *Brachionus calyciflorus*, *Lecane luna*, *Keratella cochlearis* составляла 0,47 и 0,78 г/м³ соответственно. Средние показатели биомассы зоопланктона опытных прудов находились на уровне 4,9–5,4 г/м³. Эти величины значительно превышают биомассы зоопланктона при выращивании шемаи и рыба в оз. Соленое (1,5–2,0 г/м³). По мнению Г. И. Карпенко [17], такой уровень биомассы зоопланктона является хорошей кормовой базой при выращивании молоди этих видов рыб в условиях оз. Соленое. Кроме того, показатели биомассы зоопланктона и преобладание кладоцер свидетельствуют о высокой кормности прудов [18].

Питание шемаи в варианте 1 на каждом этапе личиночного и малькового периодов онтогенеза имело качественные и количественные различия. После вселения личинок на I этапе личиночного периода онтогенеза шемаи начала питаться мелкими организмами. Пищевой комок шемаи состоял из яиц, а также взрослых коловраток (*Brachionus angularis*, *Brachionus calyciflorus*, *Lecane luna*, *Keratella cochlearis*), зеленой водоросли *Cladophora* sp. и неидентифицируемых фрагментов пищевых объектов (табл. 5). На II–III этапе спектр кормовых объектов шемаи не изменился, индекс наполнения кишечного тракта также оставался низким. Состав пищевого комка личинок шемаи на IV этапе

развития значительно расширился за счет науплиальных стадий веслоногих рачков, остатков ветвистоусого рачка *Moina rectirostris*, остатков насекомых и планктонных форм личинок хирономид. Соответственно, возрос индекс наполнения кишечного тракта до максимальной величины для личиночного периода онтогенеза личинок (261,1 ‰). К V этапу личиночного периода развития шемаи стали доступными более крупные кормовые объекты: в пищевом комке преобладали веслоногие рачки *Ceriodaphnia affinis* и остатки насекомых; затем следовали коловратки (*Lecane luna*, *Asplanchna proidonta*, *Brachionus calyciflorus*) и их яйца; наименьшую долю составляли молодь ветвистоусых рачков и статобласты мшанок, остатки насекомых и вольвоксовые микроводоросли. В переходный период от личинки к мальку основу пищевого комка составляли остатки насекомых и личинки хирономид. Кроме них в пищевом комке отмечены статобласты мшанок и эфиппиумы дафний.

На стадии малька у шемаи индексы наполнения кишечного тракта варьировали в пределах 42,7–173,4 ‰, в среднем составляя 75,2 ‰. В спектре пищевых компонентов мальков учтены науплиальные и копеподитные стадии веслоногих рачков, куколки и остатки насекомых, семена растений, коловратки (*Lecane luna*), ветвистоусые рачки (*Chydorus* sp., *Ceriodaphnia* sp.), личинки хирономид и водоросли. Среди определенных компонентов пищи в пищевом комке по

массе преобладали остатки насекомых, затем ветвистоусые рачки и наименьшую долю по убыванию коловратки, веслоногие рачки, составляли личинки хирономид (табл. 5).

Таблица 5 — Динамика показателей питания молоди шемаи на различных этапах онтогенеза, выращиваемой при плотности посадки 0,767 млн экз./га

Показатели	Этапы развития									Среднее значение	
	I лич.	II лич.	IV лич.	V лич.	V лич. — M*	M	M	M	M	мг	%
Коловратки, мг	0,0006	0,0006	0	0	0	0,0002	0	0	0	0,0031	0,6
Веслоногие рачки, мг	0	0	0,0408	0	0	0,1904	0	0	0,0034	0,0279	5,7
Ветвистоусые рачки, мг	0	0	0,0736	0,0576	0	0	0,1242	0,0048	0,0500	0,0229	4,7
Личинки хирономид, мг	0	0	0,0080	0	0	0	0	0	0,0040	0,0011	0,2
Остатки насекомых, мг	0	0	0,1000	0	0,7000	0,9500	0,228	0,6000	0,4000	0,1985	40,7
Прочие, мг	0	0	0	0	0,0024	0,0049	0,0234	0,0018	0,0036	0,0049	1,0
Неидентифицируемые фрагменты пищевых объектов, мг	0,0004	0,0003	0,0230	0,3000	0,3100	0,2000	0,5000	0,5000	0,6375	0,2245	46,0
Водоросли, мг	0	0	0	0,0209	0	0	0	0	0	0,0046	1,1
Масса пищевого комка, мг	0,0010	0,0009	0,2454	0,3785	1,0124	1,3455	0,8756	1,1066	1,0985	0,4876	100,0
Индекс наполнения ЖКТ, ‰	5,6	3,6	261,1	97,1	173,4	120,8	66,6	70,7	42,7		
Размер <i>l</i> , мм	7,6	8,6	10,8	15,7	18,3	22,2	23,8	25,6	29,8		
Масса <i>m</i> , мг	1,9	2,5	9,4	39	58,4	11,4	131,4	156,6	257,2		
Количество исследованных особей <i>n</i> , экз.	10	10	10	10	10	10	10	10	10		

* M — мальки.

Питание шемаи в варианте 2. На I–III этапах личиночного периода онтогенеза состав пищевого комка шемаи был идентичным составу в варианте 1 и состоял из яиц коловраток, коловраток (*Lecane luna*, *Brachionus angularis*) и неидентифицируемых фрагментов пищевых объектов (табл. 6), но индекс наполнения кишечных трактов был более

Таблица 6 — Динамика показателей питания молоди шемаи на различных этапах онтогенеза, выращиваемой при плотности посадки 0,51 млн экз./га

Показатели	Этап развития									Среднее значение	
	I–II	IV–V	V	V ок. — M*	M	M	M	M	M	мг	%
Коловратки, мг	0,0010	0	0	0	0	0	0,0089	0	0	0,0011	0,06
Веслоногие рачки, мг	0	0,0056	0,0000	0	0	0,0296	0	0	0	0,0039	0,22
Ветвистоусые рачки, мг	0	0,2514	0,0070	0,0646	0,3877	0,4023	0,4623	0,4623	0,6623	0,3000	17,16
Личинки хирономид, мг	0	0,0100	0	0	0,0156	0,0996	0,1650	0,1810	0,1810	0,0725	4,15
Остатки насекомых, мг	0	0,3599	0,1688	0,3997	0,1801	0,4791	0,9000	1,8235	1,8235	0,6816	38,99
Прочие, мг	0	0,0561	0,0328	0,4320	0,2693	0,4363	0,1119	0,1236	0,3236	0,1984	11,35
Неидентифицируемые фрагменты пищевых объектов, мг	0,0029	0,1442	0,5729	0,2171	0,8401	0,5989	0,7000	0,6200	0,7200	0,4907	28,07
Масса пищевого комка, мг	0,0039	0,8273	0,7816	1,1134	1,6927	2,0459	2,3480	3,2104	3,7104	1,7482	100,00
Индекс наполнения ЖКТ, ‰	12,2	265,2	175,6	173,7	125,3	94,7	99,0	121,2	140,1	134,1	
Размер <i>l</i> , мм	7,9	12,3	15,9	18,7	22,6	24,6	25,9	26,1	26,1		
Масса <i>m</i> , мг	3,2	31,2	44,5	64,1	135,1	216,1	237,2	264,8	264,8		
Количество исследованных особей <i>n</i> , экз.	10	10	10	10	10	10	10	10	10		

* M — мальки.

чем в два раза выше, чем в варианте 1. На IV–V этапах личиночного периода онтогенеза в спектре питания шемаи появились молодь и взрослые формы веслоногих и ветвистоусых рачков (рр. *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Chydorus*, *Bosmina*), остатки насекомых и планктонные формы личинок хирономид. В этот период возрос индекс наполнения кишечного тракта до максимальной величины для личиночного периода онтогенеза, составив 265,2 ‰. На V этапе личиночного и в момент перехода в мальковый период развития индекс наполнения кишечника также был высоким, составив 175,6–173,7 ‰. Пищевой комок состоял из представителей ветвистоусых рачков, остатков насекомых, статобластов мшанок и неидентифицируемых фрагментов пищевых объектов. В мальковый период онтогенеза средний индекс наполнения кишечного тракта шемаи составлял 125,7 ‰. В спектре пищевых компонентов содержались веслоногие рачки (*D. magna*, *Chydorus* sp., *Alona* sp.), куколки и остатки имаго насекомых, семена растений, статобласты мшанок. В последние три декады выращивания в пищевом комке мальков преобладали остатки насекомых, субдоминантами были веслоногие рачки.

Доля рыб, имеющих пустые кишечные тракты, в обоих вариантах оказалась равной нулю.

Рацион питания шемаи на ранних периодах онтогенеза в наших опытах был менее разнообразным в сравнении с литературными данными: при выращивании шемаи в оз. Соленое в спектр питания личинок размером 19–21 мм входили диатомовые, зеленые, синезеленые и нитчатые водоросли (80,1; 24,3; 28,8; 36,0 % соответственно), коловратки (1,8 %), круглые черви (1,8 %), олигохеты (0,9 %), веслоногие рачки (4,5 %), ветвистоусые рачки (6,3 %), личинки хирономид (34 %), личинки поденок (18,9 %), личинки водяного наездника (4,5 %), остатки насекомых (15,3 %), статобласты мшанок (1,8 %), семена растений (5,4 %) и детрит (7,2 %). Более крупная молодь шемаи длиной 22–45 мм использовала в качестве корма те же кормовые организмы, но доля коловраток, веслоногих и ветвистоусых рачков, ли-

чинок поденок, семян растений и детрита снизилась. Личинки водяного наездника исчезли из питания, а доля остальных кормовых групп возросла с преобладанием насекомых и их личинок [19].

Смена пищевого рациона молоди шемаи обусловлена морфологическим изменением при переходе от личиночного к мальковому периоду онтогенеза, а также сукцессионными процессами в зоопланктоне прудов. Изменение качественного состава пищи при переходе личинок в мальковую стадию развития наблюдалось у молоди шемаи от естественного нереста в р. Псекупс — в рационе преобладали насекомые на стадии имаго [20], в Сенгилеевском водохранилище основными компонентами пищи сеголетков шемаи были планктонные ракообразные (*Copepoda*, *Cladocera*), а также разнообразные насекомые (Insecta), растения и одноклеточные растительные и животные организмы [21].

По данным И. Тонких, основное значение в питании мальков шемаи при выращивании в русловом пруде (район р. Псекупс) в возрасте 38 и 62 сут имели личинки насекомых, второстепенное — кладоцеры и остракоды, кроме того, в пищевых комках часто встречалась водоросль клостериум [22]. Таким образом, в экспериментальных условиях была сформирована кормовая база, полностью соответствующая потребностям выращиваемой молоди шемаи, удовлетворяющая пищевым потребностям и морфологическим особенностям развивающихся личинок и мальков шемаи.

Средний индекс наполнения кишечных трактов личинок шемаи в варианте 1 составил $108,2 \pm 49,61$ ‰ ($M \pm m$) при коэффициенте вариации $CV = 89,4$ %; в варианте 2 — $156,7 \pm 52,68$ ‰ ($M \pm m$) при коэффициенте вариации $CV = 67,2$ %. Статистическая совокупность показателей оказалась неоднородна в обоих вариантах. Между средними показателями индекса наполнения кишечных трактов личинок шемаи в 1 и 2 вариантах не отмечено достоверных различий при уровне значимости 0,05 (рис. 1, а).

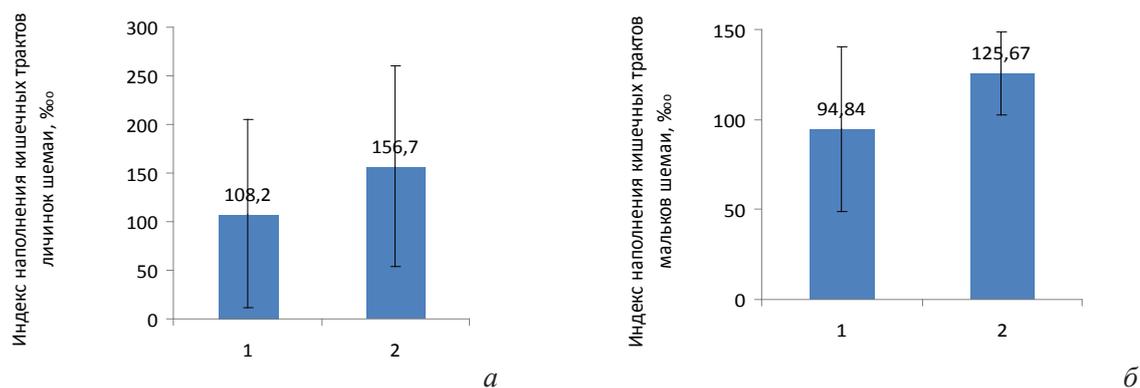


Рисунок 1 — Достоверность различий индексов наполнения пищевых (‰) трактов личинок (а) и мальков (б) шемаи при разных плотностях посадки: 1 — 0,767 млн экз./га, 2 — 0,51 млн экз./га

У мальков шемаи в варианте 1 средний индекс наполнения кишечных трактов составил $94,8 \pm 23,39$ ‰ ($M \pm m$) при коэффициенте вариации $CV = 55,2$ %, в варианте 2 — $125,7 \pm 11,84$ ‰ ($M \pm m$) при коэффициенте вариации $CV = 23,1$ %. Для средней величины индексов наполнения пищевых трактов как личинок, так и мальков шемаи различия были недостоверны при уровне значимости 0,05 (рис. 1, б).

Темп роста. При искусственном воспроизводстве зарыбление выростных прудов происходит в момент перехода молоди шемаи на внешнее питание, т. е. на I этапе личиночного периода развития, когда происходят существенные морфологические изменения с ротовым аппаратом [9].

Ниже представлены данные о динамике роста личинок и мальков шемаи в варианте 1 (табл. 7).

Таблица 7 — Динамика роста молоди шемаи при плотности посадки 0,767 млн экз./га

Месяц	Дата	<i>n</i> , экз.	Этап развития	Возраст, сутки	Длина <i>l</i> , мм	Масса <i>m</i> , мг	Абсолютный прирост, мг	Удельная скорость роста <i>C_w</i> , %	Продолжительность выращивания, сутки	<i>K_{уп}</i>
Май	22	16	I лич.	12	7,8	1,7	0			0,4
	25	7	II лич.	15	8,2	3,5	1,8	23,1	3	0,6
	30	11	III лич.	20	11,5	17,0	13,5	26,3	5	1,1
Июнь	6	10	I, IV лич.	27	15,9	39,0	22,0	11,2	7	1,0
	13	9	II, V оконч.	34	18,1	58,4	19,4	5,7	7	1,0
	20	12	V нач., малек	41	22,0	111,4	53,0	8,9	7	1,0
	28	8	V, малек	49	23,8	131,4	20,0	2,1	8	1,0
Июль	5	13	V оконч., малек	56	25,6	189,4	58,0	5,2	7	1,1
	12	6	V оконч., малек	63	28,9	257,2	67,8	4,3	7	1,1
	19	7	Малек	70	30,7	318,6	61,4	3,0	7	1,1

Удельная скорость роста массы тела (*C_w*) личинок и мальков шемаи в течение периода выращивания в обоих вариантах была неодинаковой и неравномерной. В варианте 1 наиболее высокая удельная скорость роста отмечена в начальный период выращивания шемаи: для I–IV личиночного этапов разви-

тия средняя величина составила 20,2 % (см. табл. 7). При дальнейшем выращивании и развитии удельная скорость роста шемаи снизилась и в среднем составила 4,9 % при крайних значениях 2,1–8,9 %.

Продолжительность личиночного периода онтогенеза составила в вариантах опыта

24–36 сут, что короче в сравнении с длительностью этого этапа у шемаи из оз. Соленое при температуре 16,0–27,2 °С при выращивании в течение 38–39 сут [17].

Величина коэффициента упитанности шемаи в варианте 1 на первых этапах личиночного периода составляла 0,4–0,6 ед., а затем возросла до 1,1 ед. Согласно литературным данным, личинки шемаи в оз. Соленое имели низкий коэффициент упитанности (автор не приводит данных). По мере роста молоди коэффициент упитанности увеличивался и составлял к моменту ската 0,8–1,4 ед. [17]. Таким образом, полученные данные о коэффициенте упитанности на первых этапах личиночного периода онтогенеза дополняют данные о характеристиках роста шемаи в условиях оз. Соленое, а последующие согласуются с ними. В исследованиях при плотности посадки 0,767 млн экз./га шемаи на разных этапах личиночного и малькового

периодов онтогенеза не достигла высокого значения коэффициента упитанности (1,4 ед.).

В варианте 2 при плотности посадки 0,51 млн экз./га удельная скорость роста массы тела личинок на первых этапах, так же как и в варианте 1, была наиболее высокая и в среднем составила 14,4 %. При дальнейшем выращивании удельная скорость роста, так же как и в варианте 1, снизилась, составив в среднем 5,5 % (табл. 8).

Продолжительность личиночного периода онтогенеза для личинок шемаи в варианте 2 составила 38 сут.

Полученные в обоих вариантах данные подтверждаются информацией о высоких темпах роста шемаи на первых личиночных этапах в оз. Соленое, где наибольшие приросты шемаи были отмечены в июне в период массового ската личинок с искусственных нерестилищ [17].

Таблица 8 — Динамика роста молоди шемаи при плотности посадки 0,51 млн экз./га

Месяц	Дата	<i>n</i> , экз.	Этап развития	Возраст, сутки	Длина <i>l</i> , мм	Масса <i>m</i> , мг	Абсолютный прирост, мг	Удельная скорость роста, <i>C_w</i> , %	Продолжительность выращивания, сутки	<i>K_{уп}</i>
Май	22	9	I	12	7,8	1,8	0			0,4
	31	10	II	21	9,1	7,8	6,0	13,9	9	0,5
Июнь	3	8	III	24	11,3	12,9	5,1	16,4	3	0,9
	9	5	III–IV	30	14,7	28,9	16,0	12,8	6	0,9
	16	9	IV–V	37	17,9	57,6	28,7	9,5	7	1,0
	23	6	V	44	22	111,9	54,3	9,2	7	1,2
	29	7	V ок. — M*	50	23,8	154,3	42,4	5,3	6	1,1
Июль	6	9	M	57	25,1	198,7	44,4	3,6	7	1,2
	13	7	M	64	27,3	249,5	50,8	3,2	7	1,2
	19	5	M	70	29,8	304,8	55,3	3,3	6	1,2
	23	147	M	74	30,9	364,3	59,5	4,4	4	1,3

* M — мальковый период развития.

Данные по динамике массы личинок по этапам развития при искусственном воспроизводстве в литературе отражены только в одном источнике [23]. Для сравнения: масса личинок при зарыблении прудов на ФГУП «Медведицкий экспериментальный завод» составила 1,4 мг. Масса личинок (плотность посадки 217 тыс./га) длиной 11,4 мм в возрасте 19 сут составляла 10,38 мг, что выше, чем

масса близких по возрасту личинок (21 сут) в нашем варианте с нормативной плотностью посадки, и ниже, чем при плотности посадки 0,767 млн экз./га (см. табл. 8). Информация о динамике роста мальков в зависимости от возраста в прудах на старом русле р. Псекупс имеется в работе И. Тонких, где мальки в возрасте 21 сут имели длину 12,5 мм и массу 20 мг, в возрасте 37 сут — 18,0 мм и 92 мг, в возрасте

41 сут — 26,6 мм и 230 мг, в возрасте 62 сут — 31 мм и 391 мг [22]. В сравнении с этими данными, шемаи в варианте 1 отстает по темпу роста от шемаи в естественном водоеме.

В опытных вариантах в конце периода выращивания молодь имела широкий диапазон распределения по весовым группам (рис. 2).

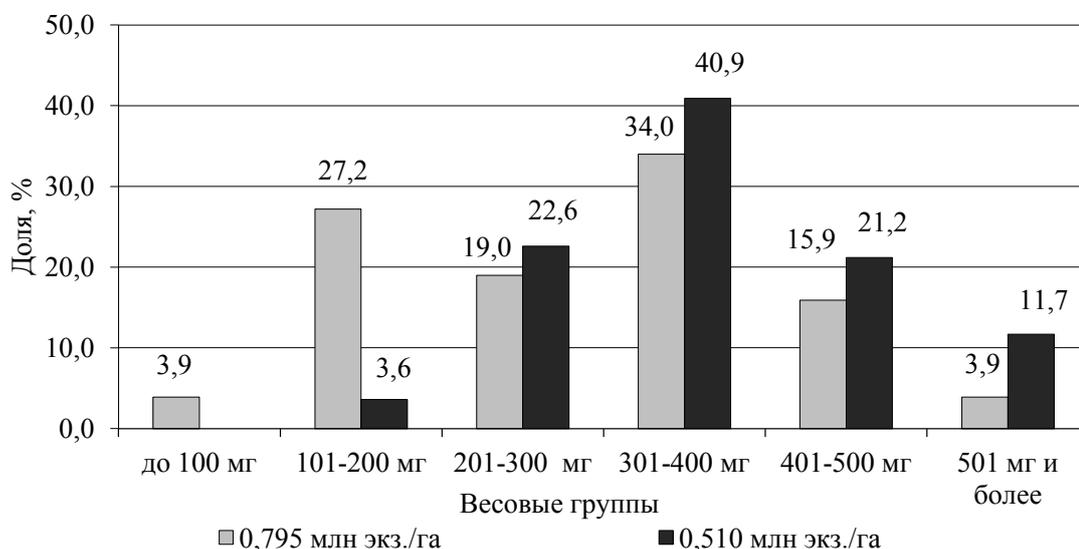


Рисунок 2 — Распределение молоди шемаи по массе при выпуске из выростных прудов

В варианте 1 в период выпуска из прудов среди мальков отмечен широкий вариационный ряд индивидуальной массы с пределами 55–568 мг. Модальную группу представляли мальки массой 301–400 мг, субмодальную — 101–200 мг. Вариационный ряд мальков варианта 2 имеет нормальное распределение по массе, но вариационный ряд короче с пределами 200–605 мг. Модальная группа пред-

ставлена мальками такой же массы, как и в варианте 1.

Средние значения массы мальков при выпуске из выростных прудов по вариантам различались на 14 %, однако эти различия не были достоверны при уровне значимости 0,05 (рис. 3, а). Коэффициент упитанности по Фультону у выращенной молоди достоверно различался в вариантах опыта (рис. 3, б).

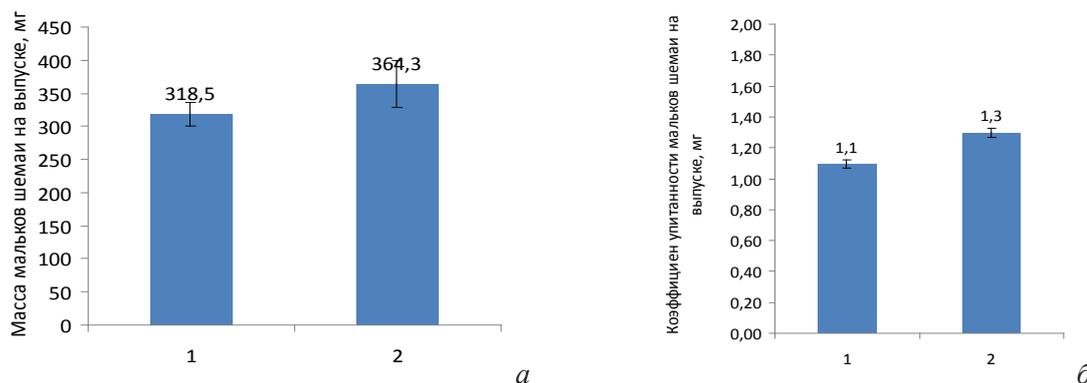


Рисунок 3 — Достоверность различий массы (а) и коэффициента упитанности (б) мальков шемаи, выращенных при разных плотностях:

1 — 0,767 млн экз./га, 2 — 0,51 млн экз./га

По данным Г. И. Карпенко, ко времени выпуска молоди шемаи из оз. Соленое масса мальков достигала 0,4–1,9 г при длине 29,4–

54,4 мм при длительности их выращивания 70–100 сут. Такой большой диапазон колебаний размерно-массовых показателей автор

объясняет состоянием кормовых ресурсов и плотностью выращиваемых рыб в водоеме. Например, масса шемаи в 1967–1969 гг. при расчетной плотности выращенной молоди 0,075 и 0,095 млн экз./га составляла 0,50–0,75 г. В годы с малым количеством выпущенной молоди (1966 г. — 0,008 млн экз./га) средняя масса молоди шемаи была выше — 1,7 г. В таких условиях при уровне остаточной биомассы зоопланктона 1,5–2,0 г/м³ молодь достигала массы 0,4–1,9 г и длины 29,4–54,4 мм. Мальки массой 0,4–0,6 г в возрасте 2,0–2,5 мес. (60–75 сут) составляли большую часть молоди [17]. В сравнении с литературными данными молодь шемаи в вариантах опыта при выращивании 58–62 сут в хороших кормовых условиях, но при значительно более высокой плотности особей в водоеме (в 6,8–95,9 раза) достигала массы 0,32–0,37 г в конце июля, что является хорошим показателем.

По другим литературным данным, при естественном нересте шемаи в р. Псекупс средняя масса мальков в июле составляла 0,1 г (при размахе вариации 0,01–0,4), в августе — 0,32 г (0,1–0,68); в сентябре — 0,31 г (0,25–0,4) [20]. Это свидетельствует о том, что темп роста экспериментальной молоди шемаи при исследуемых плотностях посадки личинок в прудах в условиях Ростовской области соответствует темпу роста шемаи в естественных водоемах.

Выживаемость молоди шемаи от вселенных личинок различалась незначительно и составила в варианте 1 — 78,1 %, в варианте 2 — 75,0 %. Такой уровень данного показателя является высоким, так как, согласно нашим ранним исследованиям, выживаемость молоди шемаи при выращивании в монокультуре при разных плотностях зарыбления варьировала в пределах 49–85 % со средним значением 63,5 % [6]. Для сравнения: в Горяче-Ключевском рыбцово-шемайном питомнике этот показатель варьировал в пределах 7,8–86,8 % со средней величиной 62,3 % [24]. Таким образом, выживаемость шемаи при исследованных плотностях посадки превышает средние величины, полученные при применяемых ранее плотностях,

а также при воспроизводстве шемаи в прудах Горяче-Ключевского рыбцово-шемайного питомника.

В целях воспроизводства в 2013–2015 гг. осуществлялось выращивание молоди шемаи на ФГБУ «Бейсугское НВХ». При плотности посадки 167–177 тыс. экз./га с продолжительностью выращивания от 40 до 58 сут вариабельность массы выпускаемой молоди составила 0,64–1,60 г. При этом выживаемость молоди от личинки изменялась в пределах 30,1–40,2 % и зависела от применения интенсификационных мероприятий. Также было отмечено, что при более длительном сроке выращивания молоди (на 18 сут) повышается масса выпускаемой молоди [25].

Рыбопродуктивность прудов при выращивании в варианте 1 составила 190,9 кг/га, в варианте 2 — 139,3 кг/га. Такой уровень рыбопродуктивности находится в пределах среднего значения (181,1 кг/га), полученного в наших более ранних исследованиях при выращивании молоди шемаи в монокультуре с использованием плотности посадки личинок в диапазоне 0,25–2,2 млн экз./га, когда ее величина варьировала в пределах 49–407 кг/га [6]. Для сравнения: нормативные величины этого показателя для Горяче-Ключевского рыбцово-шемайного хозяйства составляли 70–150 кг/га [22], для НВХ на оз. Соленое была рекомендована рыбопродуктивность 85 кг/га [26].

Выводы

Результаты применения двух плотностей посадки личинок черноморско-азовской шемаи (0,767 и 0,51 млн экз./га при нормативной 0,5 млн экз./га) для выращивания молоди с целью пополнения популяции вида в Азовском море с использованием методов интенсификации кормовых ресурсов выростных прудов следующие:

— кормовые ресурсы выростных прудов, сформированные комплексными интенсификационными мероприятиями, обеспечивают полноценные кормовые условия для молоди шемаи, соответствующие их возрастным особенностям;

— при высоком уровне обеспеченности естественными кормами в вариантах опыта индексы наполнения кишечных трактов личинок и мальков различаются и снижаются с увеличением плотности посадки (156,7 и 108,2 ‰; 125,7 и 94,8 ‰ соответственно);

— с увеличением плотности посадки личинок достоверно снижаются удельная скорость роста шемаи в личиночном (20,2 и 14,4 %) и мальковом (4,2 и 3,6 %) периодах онтогенеза и масса выращенных мальков (364,3 и 318,5 мг). В то же время масса мальков в обоих вариантах превышает нормативную;

— показатели выживаемости молоди от вселенных личинок шемаи при исследованных плотностях посадки имели близкие значения (78,1 % и 75,0 %) и были выше средних значений, выявленных при разработке заводской технологии воспроизводства шемаи с использованием разных плотностей в условиях Ростовской области (63,5 %);

— показатель рыбопродуктивности при использовании плотности посадки личинок 0,767 млн экз./га оказался на 27 % ниже, чем при нормативной посадке (0,51 млн экз./га), составив соответственно 139,3 и 190,9 кг/га;

— устойчивое развитие естественной кормовой базы прудов, обеспечивающееся выполнением интенсификационных мероприятий, для личинок и мальков шемаи при выращивании в обоих вариантах, способствует тому, что их темп роста аналогичен темпу роста шемаи в естественных условиях.

Таким образом, использование мероприятий по формированию естественных кормов для получения молоди шемаи выше нормативной массы (0,3 г) в целях воспроизводства позволяет использовать плотность посадки вселяемых личинок 0,8 млн экз./га при продолжительности выращивания в течение 58–62 сут.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красная книга Российской Федерации. Животные. М.: Астрель, 2001. 862 с.
2. Красная книга Краснодарского края (животные). Краснодар: Центр развития ПТР Краснодарского края, 2007. С. 42.
3. Редкие, исчезающие и нуждающиеся в охране животные Ростовской области. Ростов н/Д., 1996. 444 с.
4. Красная книга Волгоградской области. Т. 1. Животные. Воронеж, 2017. 216 с.
5. Карпенко Г. И., Переверзева Е. В., Головкин Г. В., Зипельт Л. И. Ретроспективный анализ исследовательских работ по воспроизводству рыбца и шемаи (1930–2015 гг.). Ростов н/Д., 2017. 286 с.
6. Карпенко Г. И., Шевцов Г. Н., Переверзева Е. В., Головкин Г. В. Результаты применения интенсивной технологии подращивания рыбца и шемаи на Дону // Основные проблемы рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна: сб. науч. тр. АЗНИИРХ (2006–2007 гг.). Ростов н/Д., 2008. С. 255–266.
7. Патент РФ № 2008100740/12, 09.01.2008. Способ интенсификации кормовой базы рыбоводных прудов / Г. В. Головкин, Г. И. Карпенко, Г. Н. Шевцова // Патент России № 2366147. 2008. Бюл. № 25.
8. Карпенко Г. И., Шевцова Г. Н., Переверзева Е. В., Головкин Г. В. Разведение шемаи в рыбоводных комплексах азовского бассейна (технологическая инструкция). Ростов н/Д., 2007. 87 с.
9. Смирнова Е. Н. Развитие кубанской шемаи *Chalcalburnus chalcoides schischkovi* (Drensk.) в эмбриональном и личиночном периодах жизни // Труды Ин-та морфологии животных АН СССР. 1961. Вып. 33. С. 30–62.
10. Васнецов В. В. Этапы развития костистых рыб // Очерки по общим вопросам ихтиологии. М., 1953. С. 207–217.
11. Щербина М. А., Гамыгин Е. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. М., 2006. 360 с.
12. Мордухай-Болтовской Ф. Д. Материалы по среднему весу водных беспозвоночных бассейна Дона // Труды проблемных и тематических совещаний ЗИН. «Проблемы гидробиологии внутренних вод». Вып. II. 1954. С. 223–241.
13. Харин Н. Н. Зоопланктон Манычских водохранилищ // Уч. зап. РГУ. Труды НИБИ. Т. 12, вып. 1. Ростов н/Д., 1948. С. 67–84.
14. Методическое пособие по изучению питания и пищевых взаимоотношений рыб в естественных условиях. М., 1974. 254 с.
15. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975. 240 с.

16. Головко Г. В. Влияние комплексного азотно-фосфорно-калийного удобрения на развитие фито- и зоопланктона в мальковых прудах Донского зонального рыбопитомника // Вопр. рыболовства. 2008. Т. 9, № 4 (36). С. 815–831.
17. Карпенко Г. И. Биологические показатели молоди рыба и шемаи при искусственном разведении // Рыбохозяйственные исследования в бассейне Азовского моря: краткие тез. предстоящей конф., 13–15 июня 1972 г. Ростов н/Д., 1972. С. 120–121.
18. Шмакова З. И., Жемаева Н. П., Тагирова Н. А., Бадаева Н. Ю. Рекомендации по управлению кормовой базой и контролю за гидробиологическим режимом водоемов фермерских хозяйств // Сб. науч.-технолог. и метод. документации по аквакультуре ФГУП «ВНИИПРХ». М., 2001. С. 242.
19. Суханова Е. Р. Размножение кубанских рыба и шемаи и биология их молоди в речной период жизни // Труды ЗИН СССР. Т. XXVI. 1959. С. 44–74.
20. Троицкий С. Н. Биология речного периода, запасы и воспроизводство кубанских рыба и шемаи. Предварительные замечания // Тр. рыбоводно-биолог. лаб. АзЧеррыбвода. Вып. 1. Краснодар, 1949. С. 51–81.
21. Попова М. С. Материалы по морфологии и биологии шемаи, акклиматизированной в Сенгилеевском водохранилище Ставропольского края // Вопр. ихтиологии. 1961. Т. 1, вып. 3 (20). С. 468–480.
22. Тонких И. Опыт прудового выращивания искусственно выведенной молоди рыба и шемаи // Рыбное хозяйство. 1939. № 9. С. 18–24.
23. Самотеева В. В., Науменко А. Н., Олисов В. Н. Формирование и использование маточного стада шемаи в условиях прудового хозяйства Волгоградской области // Актуальные проблемы аквакультуры в современный период: материалы междунар. науч. конф. (28 сент. — 2 окт. 2015 г.). Ростов н/Д., 2015. С. 147–150.
24. Суханова Е. Р. Биотехнические нормы выращивания молоди рыба и шемаи на рыбзаводах // Тр. рыбоводно-биолог. лаб. АзЧерГосрыбвода. Краснодар, 1957. Вып. 2. С. 93–110.
25. Головко Г. В., Новоселов А. А. Некоторые экологические аспекты искусственного воспроизводство азово-черноморской шемаи в Азово-Кубанском районе // Актуальные проблемы аквакультуры в современный период: материалы междунар. науч. конф. (28 сент. — 2 окт. 2015 г.). Ростов н/Д., 2015. С. 53–56.
26. Битехтина В. А., Карпенко Г. И., Проскурина Е. С. Разведение рыба и шемаи на озере Соленое (Кубань) // Труды ВНИРО. Т. СXXXI. 1978. С. 138–152.

**REARING JUVENILES
OF *ALBURNUS LEOBERGI* BLACK SEA-AZOV SHEMAYAS
AT DIFFERENT STOCKING DENSITIES**

G.V. Golovko¹, A.V. Kulish²

¹Azov-Black Sea branch of VNIRO (“AzNIIRKh”),
344002, Russia, Rostov-on Don

²Kerch State Maritime Technological University,
298309, Russia, Kerch

The analysis of rearing shemayas juveniles at different stocking densities (0.767 and 0.51 million ind./ha) was conducted with the use of measures to intensify the development of food supply resources of nursery ponds. Nitrogen-phosphorus-potassium mineral and organic fertilizers facilitated the development of chlorococcal microalgae and small organisms of the zooplankton community — rotifers, which are a necessary and basic component in the diet of shemayas larvae at the first stages of their embryonic development. The total phytoplankton biomass in the pilot ponds was 1.03 and 1.18 g/m³, respectively. It was shown that an increase in the stocking density of shemayas larvae by one and a half times (0.51 and 0.767 million ind./ha) reduces the specific growth rate of larvae at the first stages of larval (20.2 and 14.4%) and fry periods of development (4.2 and 3.6%), indices of filling the intestinal tracts of larvae (156.7 and 108. 2‰) and fry (125.7 and 94.8‰), as well as mass of fry at release (364.3 and 318.6 mg). At the same time, the mass of reared juveniles in both cases

exceeds the normative (300 mg). The duration of fry rearing in the experimental variants was 58–62 days. The survival rate of juveniles differed insignificantly, amounting to 78.1% and 75.0%, respectively; fish productivity was higher at a higher stocking density of larvae in fry ponds — 190.9 kg/ha versus 139.3 kg/ha at the normative one. The conclusion was made that when using the measures for the formation of natural feeds to obtain juveniles with the normative weight for reproduction, the stocking density of the introduced larvae can be 0.7–0.8 million ind./ha.

Key words: Black Sea-Azov shemaya *Alburnus leobergi*; artificial reproduction; intensification of food base; stocking density; specific growth rate; indices of intestinal tract filling; survival; fish productivity

REFERENCES

1. [The Red Book of the Russian Federation. Animals]. Moscow: Astrel, 2001. 862 p. (In Russ.)
2. [The Red Book of Krasnodar Krai (animals)]. Krasnodar: Center for Development of PTR Krasnodar Territory, 2007. 42 p. (In Russ.)
3. [Rare, endangered and needing protection animals of Rostov region]. Rostov-on-Don, 1996. 444 p. (In Russ.)
4. [The Red Book of Volgograd Region]. Vol. 1. Animals. Voronezh, 2017. 216 p. (In Russ.)
5. Karpenko G.I., Pereverzeva E.V., Golovko G.V., Zipelt L.I. [Retrospective analysis of research works on the reproduction of vimbas and shemayas (1930–2015)]. Rostov-on-Don, 2017. 286 p. (In Russ.)
6. Karpenko G.I., Shevtsov G.N., Pereverzeva E.V., Golovko G.V. [Results of the use of intensive technology of growing fish and shemayas on the Don]. Main problems of fishery water bodies of the Azov-Black Sea basin: proceedings of scientific works of AzNIIRH (2006–2007). Rostov-on-Don, 2008; 255–266. (In Russ.)
7. Golovko G.V., Karpenko G.I., Shevtsova G.N. RF patent No. 2008100740/12, 09.01.2008, [Method for intensifying the feeds provision of fish ponds]. Patent of Russia No. 2366147. 2008, issue No. 25. (In Russ.)
8. Karpenko G.I., Shevtsova G.N., Pereverzeva E.V., Golovko G.V. [Breeding of shemayas in fish-rearing complexes of the Azov basin (technological instruction)]. Rostov-on-Don, 2007. 87 p. (In Russ.)
9. Smirnova E.N. [Development of *Chalcalburnus chalcoides schischkovi* (Drensk.) Kuban shemayas in the embryonic and larval periods of life]. Proceedings of the Institute of Animal Morphology of the Academy of Sciences of the USSR, 1961; 33: 30–62. (In Russ.)
10. Vasnetsov V.V. [Stages of development of teleosts]. Essays on general issues of ichthyology. Moscow, 1953; 207–217. (In Russ.)
11. Shcherbina M.A., Gamygin E.A. [Feeding fish in freshwater aquaculture]. Moscow, 2006. 360 p. (In Russ.)
12. Mordukhai-Boltovskoy F.D. [Materials on the average weight of aquatic invertebrates in the Don basin]. Proceedings of problematic and thematic meetings of the ZIN. Problems of hydrobiology of inland waters, 1954; II: 223–241. (In Russ.)
13. Kharin N.N. [Zooplankton of the Manychan water bodies]. Uch. zap. of RSU. Proceedings of NIBI, vol. 12, no. 1. Rostov-on-Don, 1948; 67–84. (In Russ.)
14. [Methodological manual for the study of nutrition and food relationships of fish in natural conditions]. Moscow, 1974. 254 p. (In Russ.)
15. [Methods for studying biogeocenoses of inland water bodies]. Moscow, 1975. 240 p. (In Russ.)
16. Golovko G.V. [Influence of the complex nitrogen-phosphorus-potassium fertilizer on the development of phyto- and zooplankton in fry ponds of the Don zonal fishrearing station]. Voprosy Rybolovstva, 2008; 9(4) (36): 815–831. (In Russ.)
17. Karpenko G.I. [Biological indicators of juveniles of vimbas and shemayas in artificial rearing]. Fisheries research in the basin of the Azov Sea: brief abstracts for the forthcoming conference, June 13–15, 1972. Rostov-on-Don, 1972; 120–121. (In Russ.)
18. Shmakova Z.I., Zhemaeva N.P., Tagirova N.A., Badaeva N.Yu. [Recommendations for the management of feeds provision and control over the hydrobiological regime of water bodies of farms]. Proceeding of scientific-technological and methodological documentation on aquaculture of VNIIPRKh FGUP. Moscow. 2001; 242. (In Russ.)

19. Sukhanova E. R. [Reproduction of Kuban vimbas and shemayas and the biology of their juveniles in the river period of life]. Proceedings of the ZIN USSR, vol. XXVI. 1959; 44–74. (In Russ.)
20. Troitsky S.N. [Biology of the river period, reserves and reproduction of Kuban vimbas and shemayas. Preliminary remarks]. Proceedings of the fish-biological laboratory of AzCherrybvod, issue 1. Krasnodar, 1949; 51–81. (In Russ.)
21. Popova M.S. [Materials on the morphology and biology of shemayas acclimatized in the Sengileevsky reservoir of Stavropol Kray]. Journal of Ichthyology. 1961; 1(3) (20): 468–480. (In Russ.)
22. Tonkikh I. [Experience of pond rearing of artificially reared juveniles of vimbas and shemayas]. Rybnoye khozyastvo, 1939; 9: 18–24. (In Russ.)
23. Samoteeva V.V., Naumenko A.N., Olisov V.N. [Formation and use of brood stock of shemayas in the conditions of the pond culture in Volgograd region]. Actual problems of aquaculture in the modern period: materials of the international scientific conference (28 Sept — 2 Oct 2015), Rostov-on-Don, 2015; 147–150. (In Russ.)
24. Sukhanova E.R. [Biotechnical standards for rearing juveniles of vimbas and shemayas at fish factories]. Proceedings of fish rearing and biological laboratory of AzCherGosrybvod, Krasnodar, 1957; 93–110. (In Russ.)
25. Golovko G.V., Novoselov A.A. [Some ecological aspects of artificial reproduction of the Azov-Black Sea shemayas in Azov-Kuban region]. Urgent problems of aquaculture in the modern period: materials of the international scientific conference. (28 Sept — 2 Oct 2015), Rostov-on-Don, 2015; 53–56. (In Russ.)
26. Bitekhtina V.A., Karpenko G.I., Proskurina E.S. [Rearing of vimbas and shemayas in the Solenoe lake (Kuban)]. Proceedings of VNIRO, vol. CXXXI. 1978; 138–152. (In Russ.)

Об авторах

Головки Галина Викторовна,
кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник
Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)
344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в
8 988 895-39-31; golovko_g_v@azniirkh.ru

Кулиш Андрей Викторович,
кандидат биологических наук, доцент кафедры водных биоресурсов и марикультуры
ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»
298309, Республика Крым, г. Керчь,
ул. Орджоникидзе, д. 82
7 978 057-81-57; kulish1972@mail.ua

About the authors

Golovko Galina Viktorovna,
Candidate of Biological Sciences
Leading Researcher
Azov-Black Sea branch of VNIRO (“AzNIIRKh”)
21v Beregovaya Str., Rostov-on-Don, 344002
+7 988 895-39-31; golovko_g_v@azniirkh.ru

Kulich Andrey Viktorovich,
Candidate of Biological Sciences,
Associate Professor of the Department of Aquatic Bioresources and Mariculture
FSBEI HE “Kerch State Maritime Technological University”
82 Ordzhonikidze Str., Kerch, Republic of Crimea, 298309
+7 978 057-81-57; kulish1972@mail.ua