

УДК 639.371.2.043
DOI: 10.7868/S25000640210411

АПРОБАЦИЯ МОДУЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРПА ИНТЕНСИВНЫМ МЕТОДОМ

© 2021 г. Е.Н. Пономарёва^{1,2}, П.П. Гераскин², А.В. Ковалёва¹,
В.А. Григорьев^{1,2}, А.А. Корчунов¹, Д.В. Манаенко³

Аннотация. Приведены результаты исследований по выращиванию годовиков карпа в модульных установках открытого типа, расположенных в береговой части пруда, принадлежащего ООО «Прибой» (Волгоградская область, с. Новоникольское). По итогам выращивания карпов в течение 3,5 месяцев выявлена оптимальная плотность посадки, равная 6,5–7,5 тыс. экземпляров на секцию, что даст за сезон выход товарной продукции массой 1,5 кг в количестве 9–10,5 т на секцию, а с модуля в целом – 90–100 т товарного карпа. Исследование комплекса физиолого-биохимических показателей крови, характеризующих состояние белкового и жирового обмена, не выявило существенных отклонений в физиологическом состоянии рыб. При этом обнаружен не свойственный для них повышенный уровень жирового обмена при высоких температурах воды.

Ключевые слова: карп, возрастной модуль, выращивание, массонакопление, температура, кислород, физиология.

APPROBATION OF A MODULAR SYSTEM FOR GROWING CARP BY AN INTENSIVE METHOD

E.N. Ponomareva^{1,2}, P.P. Geraskin², A.V. Kovaleva¹,
V.A. Grigoriev^{1,2}, A.A. Korchunov¹, D.V. Manaenko³

Abstract. The research results on growing carp yearlings in open-type modular installations located in the coastal part of a pond owned by “Priboy” Limited Liability Company (Volgograd Region, Novonikolskoe village) are presented. According to 3.5 months data of carp rearing, the optimal stocking densities, equal to 6.5–7.5 thousand specimens/section, were revealed, which will give a commodity output massed of 1.5 kg in the amount of 9–10.5 tons/section per season, and general from the module 90–100 tons of commodity carp. Studies of the physiological state of fish did not reveal serious violations in the concentration of the main blood components. However, unusually high level of adipose metabolism at high water temperatures was registered.

Keywords: carp, rearing module, rearing, mass accumulation, temperature, oxygen, physiology.

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее актуальной задачей современного рыбоводства является повышение рентабельности производства [1]. Для этого необходимо создавать качественный продукт, себестоимость которого бу-

дет невысока, и использовать малозатратные технологии [2; 3]. Карп – самый распространенный объект разведения в России. Основные причины выбора этого объекта в нашей стране – быстрый рост при естественном термическом режиме, низкие требования к условиям выращивания, боль-

¹ Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук (Federal Research Centre the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russian Federation), Российская Федерация, 344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41, e-mail: kafavb@mail.ru

² Астраханский государственный технический университет (Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation), Российская Федерация, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, e-mail: labastu@yandex.ru

³ ООО «Прибой» (“Priboy” Limited Liability Company, Volgograd, Russian Federation), Российская Федерация, 404076, Волгоградская обл., Быковский р-н, с. Новоникольское, ул. Центральная, 1, e-mail: kafavb@mail.ru

шие высота и толщина тела карпа, раннее половое развитие и высокие репродуктивные возможности этих рыб [4]. Именно поэтому карп является видом, наиболее ценным в коммерческом отношении.

В рамках договора № 944-2020 от 23.04.2020 г. между ООО «Прибой» и Южным научным центром Российской академии наук были проведены научно-исследовательские работы по оценке эффективности выращивания карпа в модульных установках открытого типа, смонтированных непосредственно в береговой части пруда площадью 40 га. Выращивание карпа в модульной установке дает возможность использовать открытые искусственные и естественные водоемы, что снизит затраты на выращивание и, соответственно, себестоимость полученной товарной продукции, но позволит эффективно применять кормление искусственными комбикормами, что, в свою очередь, увеличит скорость прироста рыб. В модульной установке предусмотрено удаление остатков корма и продуктов метаболизма рыб, благодаря чему не допускается опасное органическое загрязнение водной среды соединениями азота и фосфора, снижается отрицательное воздействие на экосистему водоема в результате рыбохозяйственной деятельности [5]. Следует отметить, что похожие установки и технологии имеются за рубежом (США, Вьетнам), однако публикаций, описывающих работу аналогичных модульных систем, действующих на территории Российской Федерации, нет.

Цель исследования – провести сравнительную оценку результатов выращивания сеголеток карпа при разной плотности посадки в отсеках модуля для последующего выявления оптимальной нормы посадки карпа при выращивании в открытой модульной системе данного типа.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Модульная установка представляет собой бетонную конструкцию, размещенную в ложе пруда и разделенную бетонными перегородками на 10 секций с размерами: длина 20 м, ширина 5 м, высота стенки 2 м (рабочая глубина 1,4–1,6 м). С торцов секции огорожены рамой с металлической сеткой с ячейей 12 мм. Циркуляция воды в секциях осуществляется посредством воздуходувок (эрлифт). При использовании такого типа циркуляции воды в системе скорость потока воды составила 0,1–0,15 м/с, с некоторым замедлением на водовыпуске. Застойных зон в различных областях секций, а также об-

Таблица 1. Состав экспериментальных комбикормов для карпа
Table 1. Composition of experimental compound feed for carp

Компоненты Components	Содержание в корме, % Content in the feed, %
Животные / Animal	10
Растительные / Herbal	83,5
Добавки / Supplements	6,52
Итого / In total	100,02

растаний и органических отложений за исследуемый период не наблюдалось, кроме конца сентября, когда были отмечены скопления несъеденного корма на дне, что было связано со снижением питания рыб при понижении температуры воды до 15–16 °С.

При выращивании карпа в модульной установке проводили мониторинг гидрохимических показателей (температура, содержание кислорода), показания снимали в трех точках секции (5, 10, 15 м) по ходу тока воды. Также осуществляли измерения у поверхности и у дна.

Карпы различных породных групп средней массой 34 г были помещены в секции модульной установки в июне 2020 г. с различной плотностью посадки: от 6 до 10 тыс. экземпляров на секцию.

Кормление осуществляли кормом со специально разработанной рецептурой (производство ООО «БИФФ», Астрахань), соотношение компонентов которого представлено в таблице 1.

В процессе выращивания проводили контроль состояния здоровья рыб, осуществляли визуальное исследование кожных покровов, жабр и оценивали состояние внутренних органов.

С целью изучения физиологического статуса годовиков карпа исследованы такие показатели крови, как скорость оседания эритроцитов (по методу Панченкова [6]), содержание гемоглобина [7], общего сывороточного белка [8], β-липопротеидов (по методу Бурштейна и Самай [9]), холестерина и триглицеридов (с помощью аналитических наборов «Ольвекс»). Кровь для исследований отбирали согласно методическим указаниям [10] с помощью одноразового медицинского шприца.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В жизнедеятельности карповых рыб, являющихся пойкилотермными, особое место занимает растворенный в воде кислород. Только при его участии в организме происходит нормальный обмен веществ. При исследовании гидрохимических показателей выявлено, что за весь период выращивания

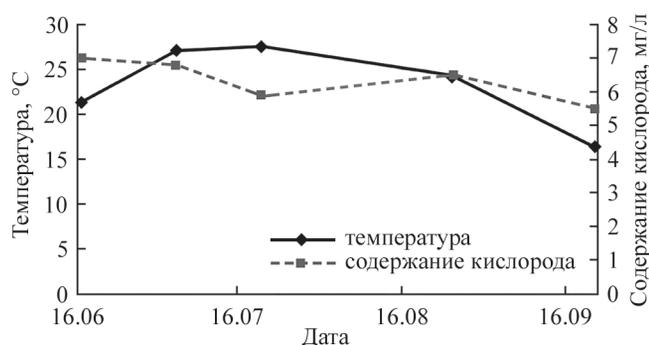


Рис. 1. Динамика содержания кислорода и температуры воды в исследуемый период.

Fig. 1. Dynamics of oxygen content and water temperature in the study period.

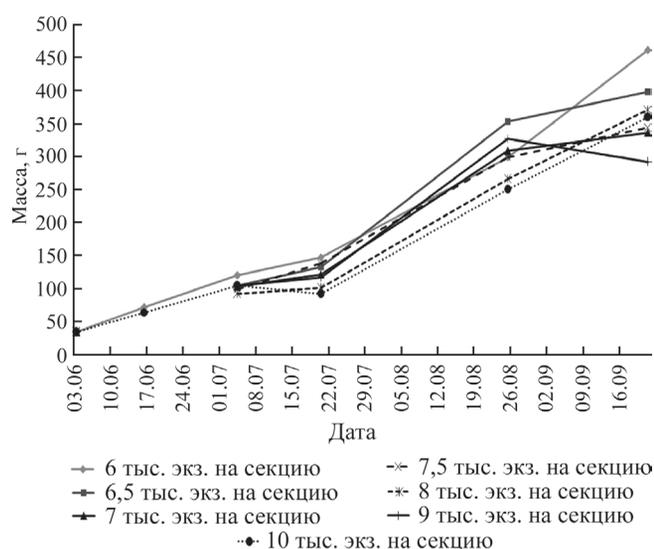


Рис. 2. Показатели темпа роста карпа при различных плотностях посадки.

Fig. 2. Indicators of the growth rate of carp at different stocking densities.

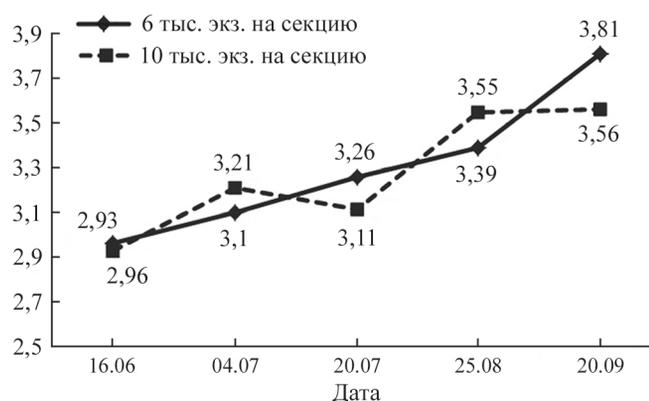


Рис. 3. Значения коэффициента упитанности (по Фультону) карпа при разных плотностях посадки.

Fig. 3. Indicators of the coefficient of condition (according to Fulton) of carp at different stocking densities.

показатели растворенного в воде кислорода находились в пределах нормативных значений 5–7,5 мг/л.

В конце сентября уровень растворенного в воде кислорода несколько снизился, это произошло вследствие накопления на дне секции органических отходов (несъеденный корм, экскременты).

Скорость различных биологических процессов, протекающих в организме пойкилотермных животных, в том числе и рыб, а следовательно, и скорость массонакопления напрямую зависит от температуры. Суточные колебания температуры воды в среднем составляли 1,5–2,5 °C. На период повышенных температур приходится наиболее продуктивный период выращивания (с конца июня по август), что впоследствии подтвердилось показателями темпа роста.

На рисунке 1 представлена зависимость концентрации кислорода в воде от температуры в выращенных секциях.

Как показали полученные результаты исследования массонакопления, интенсивность роста рыб в значительной степени зависела от показателя плотности посадки рыб на единицу выращенной площади (рис. 2). Наибольшие показатели массонакопления наблюдались в секциях модульной установки с плотностью посадки 6, 6,5 и 8 тыс. экземпляров на секцию. Анализируя полученные данные по темпам роста, можно рекомендовать к использованию плотность посадки от 6,5 до 7,5 тыс. экземпляров на секцию, что позволит получать товарную рыбу массой 1,5 кг в количестве 9–10,5 т на секцию, то есть с одного модуля возможно получить за сезон 90–100 т товарной продукции.

На всем протяжении выращивания проводился контроль размерно-массовых показателей карпа. Так, при анализе данных на контрольных точках были определены средние показатели массы, среднеквадратическое (стандартное) отклонение, коэффициент вариации, представленные в таблице 2. Как видно из таблицы, за весь период выращивания разница показателей массы при минимальной и максимальной плотности посадки колебалась от 1,1 до 1,29 раза. Коэффициент вариации приведенных данных достаточно высок, что свидетельствует о значительной степени их вариабельности. Для снижения разброса в массовых показателях необходимо проводить сортировку не реже 1 раза в 2 месяца.

При определении коэффициента упитанности по Фультону (рис. 3) предположения о его низких значениях при высокой плотности посадки (10 тыс. экземпляров на секцию) не подтвердились, вероятно,

Таблица 2. Показатели массы выращиваемых рыб при разной плотности посадки
Table 2. Indicators of the mass of reared fish at different stocking densities

Дата Date	Плотность посадки карпа в секции Stocking density of carp in the section					
	6 тыс. экземпляров на секцию 6 thousand specimen in section			10 тыс. экземпляров на секцию 10 thousand specimens in section		
	$M \pm m$	σ	CV%	$M \pm m$	σ	CV%
16.06.2020	70,82 ± 5,52	32,16	45,41	63,71 ± 3,83	22,99	36,09
04.07.2020	119,5 ± 8,11	38,06	31,85	103,5 ± 7,70	36,91	35,66
20.07.2020	147,5 ± 8,05	37,78	25,61	91,7 ± 5,50	25,78	28,11
25.08.2020	298,7 ± 15,55	67,78	22,69	249,6 ± 27,57	120,17	48,15
20.09.2020	461,53 ± 30,68	114,81	24,88	358,88 ± 20,80	80,57	22,45

Примечание. M – среднее значение массы; m – статистическая ошибка среднего (стандартная ошибка среднего арифметического); σ – стандартное отклонение; CV% – коэффициент вариации.

Note. M – the average value of the mass; m – the statistical error of the mean (standard error of the arithmetic mean); σ – the standard deviation; CV% – the coefficient of variation.

потому, что в этом варианте процессы массонакопления преобладали над ростом, что подтверждается значением соотношения прироста единицы массы на единицу длины, равным 1,7.

В процессе выращивания проводили исследование интенсивности потребления корма при суточной норме кормления, составляющей 6 % от массы тела рыб. Результаты анализа наполнения желудочно-кишечного тракта карпа представлены в таблице 3. Из полученных данных следует, что при норме кормления 6 % от массы тела рыб показатели наполнения желудочно-кишечного тракта находятся в пределах 4 %, что указывает на завышенные нормативы кормления. В дальнейшем необходимо учесть данный фактор и скорректировать суточные нормы выдачи корма. Этот показатель должен составлять 4–4,5 %.

В процессе выращивания показатель массонакопления был стабилен, и средние значения соответствовали нормативным. Однако в период с августа по сентябрь выращиваемых рыб перевели на корма с более низким содержанием питательных веществ (низкий протеин), что негативно отразилось на интенсивности массонакопления (рис. 4).

Возбудителей болезней на поверхности тела и жабрах не обнаружено. Только к концу сезона отмечены единичные случаи поражения кожных покровов без обнаружения паразитов, что свидетельствует об алиментарном характере заболевания.

В целом физиологическое состояние исследуемых рыб было удовлетворительным. Во второй контрольной точке (июль) было немного завышено значение гемоглобина, что, вероятно, связано с некоторым ухудшением гидрохимических условий водной среды (повышением температуры, незначительного снижения концентрации кислорода в воде) и повышением метаболических процессов, на что указывает увеличение концентрации сывороточного белка от первой (июнь) ко второй (июль) контрольной точке, ускорение транспортировки и накопления белка в теле рыб, что подтвердилось их интенсивным ростом в этот период. Повышение холестерина в крови карпов свидетельствовало о наличии в среде обитания стресс-факторов, приводящих к формированию ответной реакции организма рыб, поскольку холестерин участвует в синтезе кортикостероидных гормонов. Концентрация беталипопротеидов, от-

Таблица 3. Показатели наполнения желудочно-кишечного тракта карпа
Table 3. Indicators of filling the digestive tract of carp

Масса рыбы, г Fish weight, g	Масса содержимого ЖКТ, г / Mass of the contents of the gastrointestinal tract, g		Индекс наполнения ЖКТ, % / Gastrointestinal tract filling index, %
	Влажное / Wet	Сухое / Dry	
95,7	4	1	4,2
186,7	9	2,8	4,8
121,8	4,9	1,6	4
122,6	4,4	1	3,6

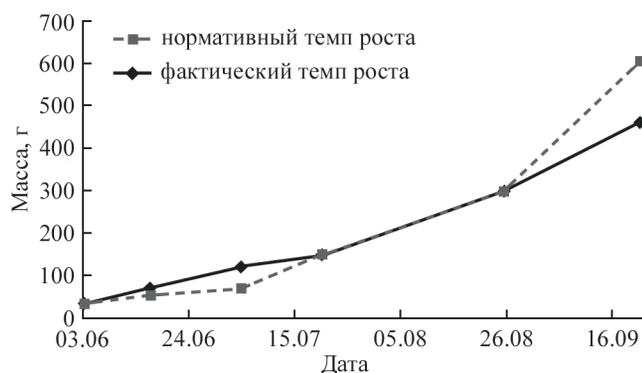


Рис. 4. Сравнительные показатели фактического темпа роста и нормативных значений.

Fig. 4. Comparative indicators of the actual growth rate and standard values.

вечающих за перенос липидов, от июня к июлю повышалась, так же как и триглицеридов, увеличение которых может быть свидетельством того, что в рационе повышено содержание липидов или легкодоступных углеводов при низком содержании белка и веществ, направленных на окисление жиров и холестерина.

ВЫВОДЫ

Как показали исследования по выращиванию годовиков карпа в выростном модуле ООО «Прибой», весьма целесообразно использовать принятую технологию при условии соблюдения следующей схемы:

- содержание маточного стада карпа различных продуктивных пород;
- получение собственного посадочного материала с использованием установки замкнутого водоснабжения в нетрадиционные сроки (январь – февраль);
- снижение жирности комбикормов, предназначенных для кормления годовиков карпа, за счет уменьшения доли жиросодержащих компонентов;
- оптимальная плотность посадки составляет 7–7,5 тыс. экземпляров на секцию, что будет способствовать снижению стресса и усилит направленность обмена веществ в сторону увеличения массонакопления;
- зарыбление модульной установки молодью массой 80–100 г при температуре 14–16 °С;
- выращивание товарного карпа до массы 1,5–2 кг (6 месяцев, май – октябрь);
- в процессе выращивания необходимо проводить сортировку рыбы по размерно-массовым показателям на 2–3 группы;
- для снижения себестоимости товарной продукции производить продуктивные комбикорма на мощностях ООО «Прибой».

При выполнении данных мероприятий будет возможно производить товарного карпа за один год при низкой себестоимости готовой продукции.

Работа выполнена в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН, № госрегистрации 01201354245.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузин В.И., Харин А.Г. 2018. Исследование феномена высокой рентабельности в российском рыбном хозяйстве. *Экономический анализ: теория и практика*. 17(4): 652–670. doi: 10.24891/ea.17.4.652
2. Харченко Е.Н., Ульрих Е.В., Колокольцова Е.А. 2019. Эффективность использования полнорационного гранулированного комбикорма для садкового карпа. *Достижения науки и техники АПК*. 33(3): 55–57. doi: 10.24411/0235-2451-2019-10314
3. Федоров Е.В. 2017. Экономическая эффективность выращивания сеголеток карпа и растительноядных рыб в прудовом хозяйстве Алматинской области Казахстана. *Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство*. 3: 80–88. doi: 10.24143/2073-5529-2017-3-80-88
4. Кожаева Д.К., Казанчиев С.Ч., Казанчиева А.А. 2012. Аутэкологическая обусловленность, дивергенция и конвергенция семейства *Cyprinus carpio* L. *Вестник КрасГАУ*. 10: 105–109.
5. Карачёв Р.А., Власов В.А., Липпо Е.В. 2009. Ресурсосберегающая технология садкового выращивания рыбы на теплых водах. *Известия ТСХА*. 2: 139–153.

6. Лиманский В.В., Яржомбек А.А., Бекина Е.Н., Андронников С.Б. 1984. *Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы*. М., ВНИИПРХ: 60 с.
7. Кушаковский М.С. 1986. *Клинические формы повреждения гемоглобина*. Л., Медицина: 325 с.
8. Филиппович Ю.Б., Егорова Т.А., Севастьянова Г.А. 1982. *Практикум по общей биохимии*. М., Просвещение: 311 с.
9. Тодоров Й. 1963. *Клинические лабораторные исследования в педиатрии*. София, Медицина и физкультура: 874 с.
10. *Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. Часть 2*. 1999. М., Агро-Вестник: 236 с.

REFERENCES

1. Kuzin V.I., Kharin A.G. 2018. [Studying the high profitability phenomenon in Russian fisheries]. *Economic Analysis: Theory and Practice*. 17(4): 652–670. (In Russian). doi: 10.24891/ea.17.4.652
2. Kharchenko E.N., Ulrikh E.V., Kolokoltsova E.A. 2019. [Performance efficiency of complete granulated mixed feed for cage carp]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 33(3): 55–57. (In Russian). doi: 10.24411/0235-2451-2019-10314

3. Fedorov E.V. 2017. [Cost effectiveness of breeding underyearlings of common carp and herbivorous fishes in the fish-breeding farm of Almaty region of Kazakhstan]. *Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khozyaystvo*. 3: 80–88. (In Russian). doi: 10.24143/2073-5529-2017-3-80-88
4. Kozhaeva D.K., Kazanchev S.Ch., Kazancheva A.A. 2012. [Outecological conditionality, divergence and convergence of *Cyprinus carpio* L. family]. *Vestnik Krasnodarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 10: 105–109. (In Russian).
5. Karachyov R.A., Vlasov V.A., Lippo E.V. 2009. [Resource-saving technology for fish cage rearing in warm waters]. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2: 139–153.
6. Limanskiy V.V., Yarzhombek A.A., Bekina E.N., Andronnikov S.B. 1984. *Instruksiya po fiziologo-biokhimicheskim analizam ryby*. [Instruction on physiological and biochemical analyzes of fish]. Moscow, All-Union Scientific Research Institute of Freshwater Fisheries: 60 p. (In Russian).
7. Kushakovskiy M.S. 1986. *Klinicheskie formy povrezhdeniya gemoglobina*. [Clinical forms of hemoglobin damage]. Leningrad, Meditsina: 325 p. (In Russian).
8. Filippovich Yu.B., Egorova T.A., Sevast'yanova G.A. 1982. *Praktikum po obshchey biokhimii*. [Workshop on general biochemistry]. Moscow, Prosveshchenie: 311 p. (In Russian).
9. Todorov J. 1963. *Klinicheskie laboratornye issledovaniya v pediatrii*. [Clinical laboratory research in pediatrics]. Sofia, Meditsina i fizkul'tura: 874 p. (In Russian).
10. *Sbornik instruktsiy po bor'be s boleznyami ryb. Chast' 2*. [Collection of instructions for combating fish diseases. Part 2]. 1999. Moscow, Agro-Vestnik: 236 p. (In Russian).

Поступила 24.11.2020