

ЛЮДМИЛА МЕДВЕДЕВА, МАРИЯ МОСКОВЕЦ,  
АЛЕКСЕЙ ТОРОПОВ, АРТЕМ МЕДВЕДЕВ

### СИНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРУДОВОМ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВЕ МИКРОВОДОРОСЛИ *CHLORELLA VULGARIS*

**Аннотация.** В статье представлены материалы, раскрывающие основные аспекты развития прудового рыбоводства на юге России. Показано, что созданный механизм государственной поддержки предпринимателей, принятый свод правил в рыбоводстве, положительно сказались на общих объемах произведенной рыбы. Однако в связи с усилением антропогенной нагрузки на водные объекты сокращение естественной кормовой базы для рыб и животных, уменьшение содержания кислорода в воде за счет роста патогенных организмов и образование эффекта «цветения водоемов» не могут не отразиться на результатах экономической деятельности прудовых организаций. Представленные в статье данные, подтверждают синергетическую эффективность применения микроводоросли *Chlorella vulgaris* в прудовом рыбоводстве в качестве живого корма для личинок рыб, субстанции для насыщения водоемов кислородом, структурного элемента зоопланктона. При устойчивом государственно-частном партнерстве прудовое рыбоводство может укрепить региональную экономику, а использование микроводорослей - улучшить состав живого корма, обеспечить биологическую устойчивость водоемов на юге России. Укрепление экономической базы прудового предпринимательства создает площадку для формирования нового регионального кластера, способствует введению в линейку здорового питания продуктов аквакультуры. Для определения синергетической эффективности от применения микроводорослей в масштабах страны требуется усиление динамики проводимых исследований.

**Ключевые слова:** предпринимательство, региональная экономика, прудовое хозяйство, микроводоросль *Chlorella vulgaris*, живой корм, альголизация водоемов, рыбопродуктивность, рентабельность, синергетическая эффективность.

**Основные положения:**

- одним из путей увеличения кормовых ресурсов и повышения продуктивности прудовых хозяйств является культивирование живых кормов;
- применение микроводорослей в качестве живого корма и субстанции, обеспечивающей чистоту природного водоема, положительно сказывается на увеличении товарной массы рыб, их выживаемости.

**Введение.** Продукты рыбной отрасли занимают ведущее место в сбалансированном питании современного человека, так как в их состав входят жизненно необходимые белки, жирные кислоты и витамины [1]. Согласно данным доклада «Рыбное производство 2030 года: перспективы рыбного хозяйства и аквакультуры», подготовленного Всемирным банком совместно с ФАО и IFPRI, к 2030 году на аквакультуру придется 62% мирового производства рыбной продукции. В Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года поставлена цель – обеспечить среднедушевое потребление рыбных продуктов до 22,6 кг, что соответствует уровню потребления в США (22,6 кг) и Китае (25,7 кг) [2]. Заложенный в Стратегию развития рыбохозяйственного комплекса механизм поддержки предпринимателей (сниженный налог на добавленную стоимость – 10%, применение ЕСН, субсидирование ставок по инвестиционным кредитам), ранее принятый свод законов, отраженных в программе «Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в Российской Федерации на 2014-2020 годы», и наличие более 1 млн га водных объектов, пригодных для разведения объектов аквакультуры, обеспечивают устойчивое развитие товарного рыбоводства. В числе сдерживающих факторов остаются: неразвитая логистическая инфраструктура, высокий износ производственных фондов и низкий уровень трансфера инноваций.

Ученые ФГБНУ ВНИИОЗ (г. Волгоград) на протяжении многих лет сотрудничают с рыборазводными хозяйствами Волгоградской, Астраханской, Ростовской областей, Краснодарского, Ставропольского краев по применению штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 [3,4]. Особую актуальность данное исследование приобретает в связи с ухудшением состояния многих прудовых водоемов. В результате активного антропогенного вмешательства в гидрологические объекты происходит уничтожение естественной кормовой базы рыб и животных, сокращается содержание кислорода в воде, что

приводит к образованию заморных зон, в конечном итоге - к гибели рыб и снижению рентабельности рыбоводческих хозяйств [5]. Целью данной работы являлось определение синергетической эффективности применения микроводоросли *Chlorella vulgaris* в отраслях национальной экономики, в частности, в прудовом хозяйстве.

**Методы.** Эмпирический анализ научной литературы позволил обосновать рабочую гипотезу исследования – установление значимости прудового предпринимательства в национальной экономике, определение синергетической эффективности применения микроводоросли *Chlorella vulgaris* в оздоровлении и повышении продуктивности рыбоводных водоемов. Ситуационный анализ позволил проанализировать развитие прудового рыбоводства на юге России и определить последовательность работ по изучению эффективности применения штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 в прудовом предпринимательстве. Объектом исследования стали пруды в ИП К(Ф)Х Лозина Я.В. (Волгоградская область): пруд №2 – контрольный (площадь 61 га), пруд №1 опытный (61 га), пруд №4 опытный (60 га). Сбор гидрологического, гидрохимического и гидробиологического материала проводился по общепринятым методикам: для оценки качества воды использовалась шкала, представленная в «Рекомендациях Минприроды по выявлению зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия»; для определения степени загрязненности водоема применялся индекс сапробности. Пробы зоопланктона производились с помощью количественной сети Джеди путем тотального облова столба воды от дна до поверхности. В качестве индикаторных показателей, характеризующих состояние экосистемы прудов, использовались: концентрация растворенного кислорода в воде, степень прозрачности воды, объем биомассы зеленых водорослей, зоопланктона и сине-зеленых водорослей. Качество воды, состояние зоопланктона и рыб, объемы вселения штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 фиксировались в дневниках и с помощью фото-, видеосъемок.

**Обсуждение.** Одним из направлений рыбоводства является – прудовая аквакультура, основы которой были заложены в XIX веке русским ученым В.П. Врасским [6]. В 1856 г. он разработал метод искусственного оплодотворения и инкубации икры, который во всем мире называют русским, открыл первый рыбоводный завод и построил систему прудов–сажалок на озерах Валдайской возвышенности. По его расчетам, количество рыбы, «вращенной на гектаре земли», намного прибыльнее, нежели количество зерновых культур, полученных с того же гектара. В прудовом рыбоводстве предприниматель управляет всеми процессами - от посадки до получения товарной массы. Важным моментом является мелиорация прудов – борьба с заилением дна и зарастанием водоемов, установка рыбопускных сооружений с целью создания стабильного гидрологического режима [5].

В Российской Федерации наибольшее количество рыбоводных хозяйств расположено в ЮФО и СКФО. Средняя площадь рыбоводных прудов от 3 до 5 га, средняя рыбопродуктивность в пределах – 1,0 т /га (таблица 1).

**Таблица 1 – Производство товарной рыбы в водоемах юга России, т**

Наименование	2012 г.	2016 г.	2018 г.	2020 г.
Российская Федерация (всего)	69278	78675	84900	91920
ЮФО	28818	29490	31570	32885
Республика Адыгея	68	75	85	90
Республика Калмыкия	0	0	0	0
Краснодарский край	5200	6020	7740	8600
Астраханская область	5800	6500	6700	7000
Волгоградская область	2288	2355	2415	2485
Ростовская область	15462	14540	14630	14710
СКФО	10243	13555	15310	17665
Республика Дагестан	1641	3035	3875	4675
Республика Ингушетия	0	0	0	0
Кабардино-Балкарская Республика	1905	2100	2100	2600
Карачаево-Черкесская Республика	0	0	0	0
Республика Северная Осетия-Алания	320	700	850	1000
Чеченская Республика	28	290	450	700
Ставропольский край	6349	7430	8035	8690

Источник: Росстат

В Волгоградской области в рыболовстве и рыбоводстве заняты три тысячи человек, что составляет 0,2% к общему числу занятых в экономике региона, зарегистрировано 13 рыбоводческих колхозов, 6 прудовых хозяйств (таблица 2,3) [7,8].

**Таблица 2 – Производство основных видов продукции рыболовства в Волгоградской области, т**

№	Наименование	2017 г.	2018 г.
1	Рыба пресноводная живая	564,9	1363,8
2	Рыба пресноводная свежая или охлажденная	2262,9	3210,0

Источник: Росстат

**Таблица 3 – Прудовые хозяйства Волгоградской области, 2018 год**

Наименование	Специализация
СПК «Ергенинский», Светлоярский район	Сазан, толстолобики, белый амур, серебряный карась, карп
ИП К(Ф)Х Лозина Я.В., Среднеахтубинский район	Карп, толстолобики, белый амур
ООО «Прибой», Быковский район	Русский осетр, осетр ленский, карп, толстолобики, белый амур
ФГУП МЭРЗ, Даниловский район	Карп, белый амур, веслонос, осетр, стерлядь веслонос, осетр ленский, шемая, вырезуб, стерлядь
ОАО «Ляпичевское», Калачевский район	Карп, толстолобики, белый амур
ООО «Свобода», Городищенский район	Карп, толстолобики, белый амур

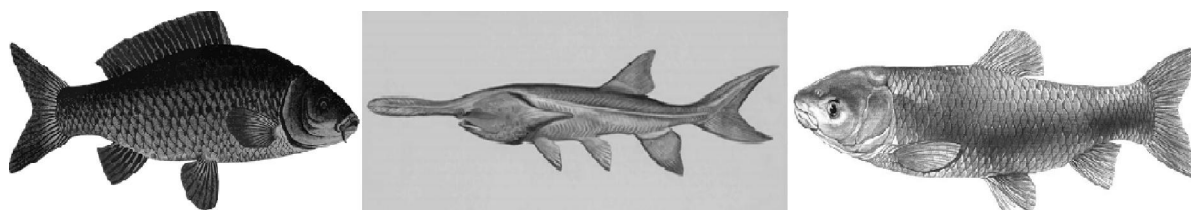
Источник: комитет по сельскому хозяйству Волгоградской области

Предпринимателями региона накоплен определенный методический инструментарий выращивания прудовой рыбы на основе применения искусственных кормов. Корма – одна из основных затратных частей производства прудовой рыбы. При исследовании структуры себестоимости рыбоводческих предприятий было отмечено, что на корма приходится до 50% себестоимости товарной продукции. Отечественные комбикорма для рыб выпускаются в небольших объемах, и основными поставщиками являются зарубежные компании: LE GOUESSANT (Франция), BIOMAR (Дания), COPPENS и SERA (Германия). Средняя сложившаяся цена на импортные корма – 4500 руб. за мешок 25 кг. В связи с высокой стоимостью комбикормов некоторые рыбоводческие хозяйства отказываются от их применения и начинают выращивать рыбу на естественной кормовой базе, что в конечном итоге приводит к уменьшению зоопланктона, снижению прироста рыб. Одним из путей увеличения кормовых ресурсов и повышения продуктивности прудовых хозяйств является культивирование живых кормов [10].

Микроводоросли лежат в основе пищевой пирамиды, поскольку обладают способностью синтезировать органические вещества из неорганических. Водные животные и рыбы потребляют эту органику непосредственно или косвенно по пищевой цепочке. Однако не все водоросли оказывают благоприятное воздействие на состояние водоемов. Одним из отрицательных последствий загрязнения водных объектов является «цветение воды», т.е. появление пленки на поверхности водоемов, приводящей к уменьшению кислорода в воде и образованию заморных зон. Эффект «цветения воды» создают сине-зеленые водоросли, и при повышении их концентрации в биомассе до 100 мг/л сухого вещества значительно уменьшаются самоочищающиеся свойства водоёмов, усиливаются процессы гниения, сопровождающиеся поглощением кислорода. В процессе жизнедеятельности сине-зеленые водоросли выделяют биологически активные экзогенные метаболиты – токсины, которые угнетающе воздействуют на рыб. Контакт с водой или потребление рыбы из водоёма, подверженной интенсивному цветению, может стать причиной возникновения гаффской болезни [5].

Для определения синергетической эффективности применения микроводорослей в прудовом бизнесе были выбраны рыбоводные пруды ИП К(Ф)Х Лозина Я.В. Пруды №1 (площадью 61 га) и №4 (60 га) использовались для вселения *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111, а пруд № 2 (площадью 61 га), в который не вселялась хлорелла, был контрольный для сравнения результатов. Доказательная база исследования строилась по алгоритму: определялся видовой состав рыб, проводилось их измерение и

взвешивание, фиксировался температурный, кислородный и солевой режим обитания рыб (рисунок 1, таблица 4).



**Рисунок 1 – Видовой состав рыб:** карп (лат. *Cyprinus carpio*) веслонос (лат. *Polyodon spathula*), белый амур (лат. *Stenopharyngodon idella*), культивируемых в прудах ИП К(Ф)Х Лозина Я.В., весна-лето 2019 г.

**Таблица 4 – Биология и требования рыб, выращиваемых в прудах, к условиям существования**

Белый амур (лат. <i>Stenopharyngodon idella</i> ),	Веслонос (лат. <i>Polyodon spathula</i> ),	Карп (лат. <i>Cyprinus carpio</i> )
Нерест рыбы начинается при температуре воды 17-18°C. Температурный режим с мая по август должен быть 26-30°C. Оптимальное количество кислорода в водоеме – не ниже 6-8 мг/л. Оптимальный уровень солености – до 4%.	Объем биомассы зоопланктона не должен превышать 5 г/куб. м. Температура воды 22-26°C. Оптимальный уровень растворенного в воде кислорода не менее 5 мг/л. Оптимальный уровень солености – до 4%.	Благоприятная температура для начала развития 18–20°C, летом 22–29°C. Оптимальное количество кислорода в пруду – не ниже 6-8 мг/л. Оптимальный уровень солености – до 4%.

На основе анализа проб воды, состояния фитопланктона определены места и объемы вселения штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 (рисунок 2, таблица 5).



**Рисунок 2 – Отбор проб воды и фитопланктона, определение точек вселения штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111, ИП К(Ф)Х Лозина Я.В., весна-лето 2019 г.**

Фото: Торопов А.Ю.

**Таблица 5 – Объемы вселения штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 в пруды № 1, №4, л/га площади водного зеркала, 2018 г**

Наименование	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
Пруд №1	20	20	40	60	60	60	-
Пруд №4	20	20	20	40	40	20	-

Источник: составлено авторами

Результаты наблюдения за весь период созревания рыб представлены в таблице 6 и рисунке 3.

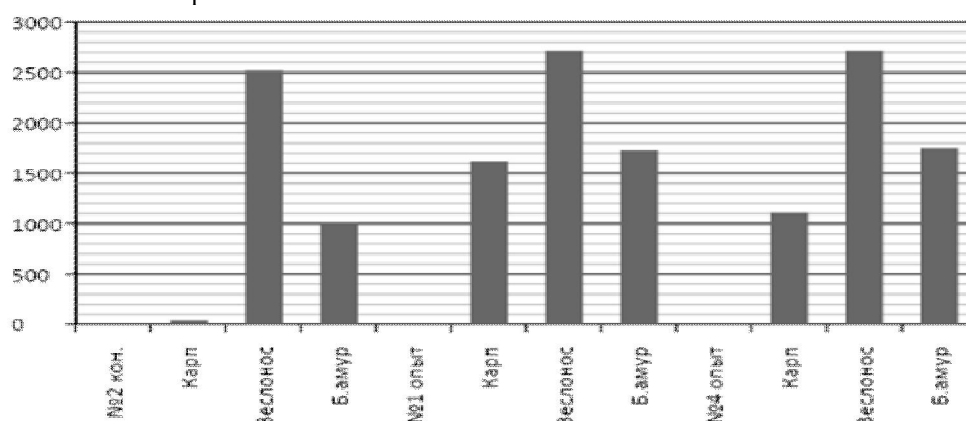
За период наблюдения рыбопродуктивность в опытных прудах №1 и №4 заметно улучшилась в сравнении с контрольным прудом №2. Средний прирост карпа в опытных прудах составил от 1110 до 1620 г, в контрольном - лишь 45 г (-1200); прирост веслоноса - 2720 г, в контрольном - 2520 г (-200), белого амура в опытных прудах -

1729 и 1750 г, в контрольном - 1015 г (-700). В опытных прудах №1, №4 отмечалось высокая жизнеспособность и стрессоустойчивость посадочного материала.

**Таблица 6 – Продуктивность видового состава рыб по прудам, г, 2018 г.**

Наименование	Посадка	Вылов	Прирост
<b>№2 контрольный</b>			
Карп	120	1045	925
Веслонос	280	2800	2520
Белый амур	240	1100	1015
<b>№1 опытный</b>			
Карп	360	1980	1620
Веслонос	280	3000	2720
Белый амур	311	2040	1729
<b>№4 контрольный</b>			
Карп	120	1260	1140
Веслонос	280	3000	2720
Белый амур	240	1990	1750

Источник: составлено авторами



**Рисунок 3 – Показатели прироста рыбопродуктивности в прудах №2, №1, №4, ИП К(Ф)Х Лозина Я.В., 2019 г.**

Контроль над эпизоотическим состоянием рыб в опытных прудах на всех стадиях развития показал, что очагов инфекционных заболеваний не наблюдалось, что позволило сэкономить на ветпрепаратах. На карпах изучался и процесс кормления. Так карпам, вес которых не превышал 1 г, требовалось 35 г белка в сутки, в том числе из числа живого корма. Кормовые затраты на 1 кг прироста рыбы не превысили 900 г. Применение штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 ускорило созревание посадочного материала до товарной массы, оздоровило водную среду прудов. Использование микроводорослей в прудовом предпринимательстве создает предпосылки для повышения их рентабельности, и обосновывает в перспективе, создание регионального кластера [11].

**Заключение.** В рыночных условиях факторы, которые влияют на устойчивость организаций, на получение синергетического эффекта, требуют определенной доказательности. Что касается прудового рыбоводства, то исследование обосновало перспективность его развития в национальной экономике и необходимость дальнейшей государственной поддержки в части трансфера инноваций. Применение микроводорослей в качестве живого корма и субстанции, обеспечивающей чистоту природного водоема, положительно сказывается на увеличении товарной массы рыб, их выживаемости. Требуется дальнейшее проведение исследований с целью более объективного определения сроков и объемов вселения штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 в водоемы, влияния микроводорослей на структуру бентоса. Дальнейшее развитие прудового предпринимательства позволит укрепить региональную экономику, расширить линейку здорового питания продуктами аквакультуры, создать предпосылки для появления нового кластера.

**Благодарности.** Коллектив авторов статьи выражает благодарность ИП К(Ф)Х Лозина Я.В. (Волгоградская область) за помощь в проведении научных исследований.

### Список источников:

1. Green Technologies: The Basis for Integration and Clustering of Subjects at the Regional Level of Economy / Lydmila N. Medvedeva, Viktor V. Melikhov, Alexey A. Novikov, Olga P. Komarova // *Integration and Clustering for Sustainable Economic Growth*. – 2017. – pp. 365-382
2. Распоряжение Правительства РФ от 26.11.2019г. № 2798-р «Об утверждении Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года» [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_338713](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_338713) (дата обращения 05.05.2020).
3. Мелихов, В.В. Научные продукты всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия [Текст] / В.В. Мелихов // *Орошаемое земледелие*. – 2018. – № 4. – С. 6-7.
4. Особенности влияния штамма *Chlorella vulgaris* ИФР N C-111 на качество воды в прудовом рыбоводстве [Текст] / М.В. Фролова, М.В. Московец, Л.А. Птицына, А.Ю. Торопов // *Орошаемое земледелие*. – 2019. № 3. – С.46-49.
5. Внедрение природосберегающих технологий – экологический императив в развитии регионов [Текст] / Л.Н. Медведев, М.В. Фролова, М.В. Московец, А.В. Медведев // *Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика*. – 2019. –Т. 21. №. 4. – С. 126–140.
6. Печников, А.С. Врасский В.П. – основоположник Российского рыбоводства и история создания им Никольского рыбоводного завода [Текст] / А.С. Печников // *Современные достижения в области рыбоводства и воспроизводства рыбных запасов*. - С.-Пб: ГосНИОРХ. – 1999. – С. 5-6.
7. Волгоградская область в цифрах. 2018: краткий сб. / Терр. орган Фед. службы гос. статистики по Волгоград. обл.– Волгоград. – 2019.–380с.
8. Прудовое рыбоводство [Текст] / Н.И. Богданов, А.Ю. Асанов. – 3-е изд., доп. – Пенза. – 2011. – 89 с.
9. Воробьев, Н.Н. Проблемы и перспективы развития прудового хозяйства в Волгоградской области [Текст] / Н.Н. Воробьев // *Материалы XI Международной научно-практической конференции молодых исследователей*. Волгоград. – 2017. – С. 14-17.
10. Муратова, Е. Организация прудового хозяйства: оценка доходности и перспективы развития [Текст] / Е. Муратова // *International agricultural journal*. 2019.– №4. – С. 195-203.
11. Использование зеленых технологий как условие экономического роста в регионах России и возможность создания кластеров инновационного типа. Монография [Текст] / под ред. Л.С. Шаховской // Волгоград: ВолГТУ. – 2016. – 243с.

**Медведева Людмила Николаевна**, доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией экономических исследований, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», г. Волгоград, Россия; профессор, Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО ВолГТУ, г.Волжский, Россия,

e-mail: milena.medvedeva2012@yandex.ru,

**Московец Мария Васильевна**, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», г. Волгоград, Россия,

e-mail: vnioz-algo@yandex.ru,

**Торопов Алексей Юрьевич**, научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», г. Волгоград, Россия,

e-mail: vnioz-algo@yandex.ru,

**Медведев Артем Владимирович**, научный сотрудник лаборатории экономических исследований ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», г. Волгоград, Россия,

e-mail: artemmedwedew@rambler.ru.

**Abstract.** The article presents materials that reveal the main aspects of the development of pond fish farming in southern Russia. It is shown that the created mechanism of state support for entrepreneurs, the adopted set of rules in fish farming, have a positive effect on the volume of fish produced. However, due to an increase in anthropogenic pressure on water bodies, the natural food supply for fish and animals is reduced, the oxygen content in water is reduced, which contributes to the growth of pathogenic organisms and the formation of the effect of “flowering ponds”, which cannot but affect the results of economic activities of ponds households. The data presented in the article confirm the synergistic effectiveness of the use of the microalgae *Chlorella vulgaris* in pond fish farming as a live feed for fish larvae, substances for saturating water bodies with oxygen, and a structural element of zooplankton. With sustainable public-private partnerships, pond fish farming can strengthen the regional economy, and the introduction of microalgae can improve the composition of live feed and ensure the biological stability of water bodies in southern Russia. Strengthening the economic base of pond entrepreneurship creates a platform for the formation of a new regional cluster; provides an introduction to aquaculture products in a healthy diet. To determine the synergistic effectiveness of the application of microalgae nationwide, it is necessary to strengthen the dynamics of ongoing research.

**Keywords:** entrepreneurship, regional economy, pond farming, microalgae *Chlorella vulgaris*, live food, algolization of water bodies, fish productivity, profitability, synergistic efficiency.