

**ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ХЛОРЕЛЛЫ
НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ВЕСЛОНОСА**

**EFFECT OF FEED SUPPLEMENTS OF CHLORELLA
ON THE PRODUCTIVITY OF PADDLEFISH**

Фролова М.В., кандидат биологических наук

Московец М.В., старший научный сотрудник

Птицына Л.А., научный сотрудник

Торопов А.Ю., научный сотрудник

Frolova M.V., candidate of biological sciences

Moskovec M.V., scientific researcher

Ptitsyna L.A., scientific researcher

Toropov A.Ju., scientific researcher

Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, Волгоград

All-Russian research institute of irrigated agriculture, Volgograd

В условиях рыночной экономики перед рыбной промышленностью стоят задачи увеличения объемов производства рыбной продукции за счет освоения выращивания новых аквакультурных объектов, расширения ассортимента готовой продукции с высокой пищевой ценностью, повышения ее качества и снижения стоимости для удовлетворения спроса населения. Таким продуктом является веслонос – пресноводная рыба, относится к отряду осетровых, питается зоопланктоном, фитопланктоном. Авторами изучено негативное воздействие сине-зеленых водорослей на качество прудовой воды, рассматриваются различные методы борьбы с «цветением» воды, указываются причины снижения продуктивных качеств рыбы. Одним из приемлемых методов предотвращения развития сине-зеленых водорослей (цианобактерий) является вселение в водоемы зеленой микроводоросли хлореллы, так как она может быть биологически безопасным для рыбы и человека, дешевым и эффективным кормовым ресурсом, способствующим увеличению продуктивных качеств веслоноса. В ходе эксперимента установлено, что вселение хлореллы в пруд оказало положительное влияние на продуктивные качества веслоноса и сохранность, гидрохимические и гидробиологические показатели качества воды, снизило развитие сине-зеленых водорослей, предотвратило «цветение» воды в опытном пруду.

In the conditions of market economy the fish industry is faced by problems of a growth in volumes of production of fish products due to development of cultivation of new aquacultural objects, expansion of the range of a finished product, increase in its quality and depreciation for satisfaction of the population with high nutrition value. Such product is the paddlefish – it is freshwater fish, belongs to group of sturgeon, eats zooplankton, phytoplankton. Authors studied negative impact of blue-green seaweed on quality of pond water, various methods of fight against water «blossoming» are considered, the reasons of decrease in productive qualities of fish are specified. One of acceptable methods of prevention of development of blue-green seaweed (cyanobacteria) is installation in reservoirs of a green microalga of a chlorella as it can be and biologically safe for fish and the person, the cheap and effective fodder resource promoting to increase productive qualities of a paddlefish.

During the experiment, it is established that installation of a chlorella in a pond had a positive impact on productive qualities of a spoon-billed cat and safety, hydrochemical and hydrobiological indicators of water quality, reduced development of blue-green seaweed, prevented «blossoming» of water in a skilled pond.

Ключевые слова: веслонос, хлорелла, корма, навеска, сохранность, биомасса водорослей, «цветение», фитопланктон, зоопланктон, адаптация, экологически чистая продукция.

Key words: paddlefish, chlorella, feed, linkage, safety, algae biomass, «flowering», phytoplankton, zooplankton, adaptation, environmentally friendly products.

Введение. В соответствии с основными целями «Концепции развития рыбного хозяйства на период до 2020 года» и «Стратегией развития рыболовства» важным направлением является увеличение объемов и расширение ассортимента рыбной продукции. В настоящее время, как в России, так и за рубежом, разработано множество изделий из гидробионтов. Одним из путей решения этой задачи является использование местных рыбных ресурсов – пресноводных рыб. Особый интерес в этом аспекте представляет веслонос – новая для наших водоемов рыба, принадлежащая к осетровым. В природных условиях веслонос обитает в пресных водах Азии и Америки [9]. Веслонос – это пресноводная рыба, питается зоопланктоном, фитопланктоном и детритом. По спектру питания веслонос близок к пестрому толстолобику. Характер питания определяется особенностями строения жаберного аппарата (через систему многочисленных длинных жаберных тычинок фильтруется корм). При выращивании в прудах совместно с растительноядными рыбами и буффало, т.е. в условиях достаточно жестких, веслонос хорошо растет [1]. Это единственный планктоноядный вид остерообразных [2].

Прудовое рыбоводство Южных регионов Российской Федерации в основном базируется на снабжении населения живой рыбой. Улучшение кормовой базы рыбхозов тесно связано с вселением в них определенных организмов, которые входят в рацион промысловых видов рыб. Они могут быть растительного (фитопланктон) и животного (зоопланктон) происхождения. Кормовые организмы не только вселяют в водоемы, но и разводят для последующего кормления рыб разного возраста как в прудовых, так и в промышленных условиях [7]. В проведенных ранее исследованиях учеными было отмечено, что включение водорослей в рационы рыб улучшает показатели роста, эффективность использования корма, кишечную микробиоту, качество туши и физиологическую активность [10, 12]. Однако не все водоросли являются полезными, наглядным проявлением последствий загрязнения водных объектов является «цветение» воды и выход на доминирующее положение в биоценозе одного или нескольких наиболее приспособленных видов водорослей, в подавляющем большинстве случаев сине-зеленых. При повышении концентрации биомассы этих водорослей до 100 мг/л сухого вещества и более падает кислородная продуктивность клеток, усиливаются процессы разложения, идущие с поглощением кислорода. В среде накапливаются органические вещества и продукты их распада, в том числе и токсичные. Это приводит к заболеваниям и массовым заморам рыбы [3].

Для предотвращения этих явлений учеными разработана технология применения специальных высокопродуктивных микроводорослей, которые используются в качестве ингредиента в кормлении рыб, не токсичны и безопасны как для рыб, так и людей, легко культивируются, имеют высокую питательную ценность и позволяют получать экологически чистую рыбу [11]. К таким относится хлорелла – представитель многочисленного семейства микроскопических водных растений из зеленых водорослей [6].

Хлорелла (*Chlorella vulgaris*) – одна из наиболее используемых микроводорослей в рационе рыб. По содержанию белка она превосходит сою, пшеницу и некоторые другие растения, содержит витамины, углеводы и другие вещества. В суспензии хлореллы содержатся все незаменимые аминокислоты, 62% протеина, 30% углеводов, 5% жира, 3% минеральных солей [5]. Содержание каротина в хлорелле превосходит все растительные корма, много токоферола, рибофлавина и никотиновой кислоты, тиамина и пиридоксина столько же, сколько в кукурузе, ячмене, овсе. Как известно, витамины В₁₂ и Д в зеленых растениях не синтезируются, эти витамины в биомассе хлореллы обнаружены в значительном количестве [4]. Малые размеры клеток штамма хлореллы (6-9 мкм) округлой и овальной формы являются вполне доступным кормом для личинок беспозвоночных. Развитие хлореллы снижает активность сине-зеленых водорослей, в результате чего за счет структурных изменений фитопланктоценозов улучшается кормовая база беспозвоночных и рыб. В итоге происходит увеличение биомассы зоопланктона, наиболее потребляемого звена, улучшение условий нагула молоди рыб, снижение вероятности появления локальных заморных зон в водоеме, получение экологически чистой продукции [7]. Поэтому перспективным является использование хлореллы в виде суспензии, содержащей природный антибиотик хлореллин, а также аминокислоты, витамины, ферменты и другие вещества, выделение которых клетками наиболее интенсивно в начальный период роста. Наиболее эффективным представляется вселение суспензии хлореллы в пруды.

Целью данной работы являлось изучение влияния кормовой добавки хлореллы при выращивании веслоноса на его продуктивность и сохранность.

Задача наших исследований заключается в выработке такой продукции, которая сочетала бы в себе одновременно низкую цену и гарантированно высокое продуктивное действие. Этим требованиям отвечает природная биологически активная добавка – суспензия микроскопической водоросли хлорелла. Ее действие основано на естественном сочетании природных стимулирующих и биологически активных веществ, выделяемых клетками в культуральную среду (суспензию).

Материалы и методы. Выполнение исследований проводились по общепринятым методикам на базе ООО «Семикаракорская рыба» (Ростовская область) в 2017 году по схемам адаптации штамма *Chlorella vulgaris*, отбора проб воды и вселения хлореллы в пруд. Исследуемые водоемы по объему и площади идентичны: площадь зеркала контрольного пруда № 3 – 100 га, опытного № 4 – 130 га.

В ходе проведения исследований вначале производилась адаптация штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 к воде вселяемого водоема – опытный пруд № 4. Осуществлялось наблюдение за влиянием хлореллы на состояние природного планктона в стадии «цветения» воды, за изменением гидрохимических показателей качества воды, количества растворенного кислорода в воде, интенсивностью развития зеленых водорослей и зоопланктона, показателями продуктивных качеств и сохранностью веслоноса.

Пробы воды для гидрохимических и гидробиологических анализов отбирались из опытного пруда № 4, где вселялась хлорелла, а также из контрольного пруда, период отбора – один раз в месяц (с апреля по октябрь).

Для проведения опытов использовали веслоноса в возрасте 12 месяцев с массой навески 245 г. Взвешивание посадочного материала веслоноса в прудах проводилось до вселения хлореллы в опытный пруд, а также по окончании исследуемого периода (апрель-октябрь) с помощью электронных весов.

В ходе эксперимента использовался основной корм – естественная кормовая база водоемов: планктон (фитопланктон, зоопланктон), средняя масса зоопланктона находилась в

пределах 3-5 г/м³. В опытный пруд вселяли суспензию хлореллы ежемесячно с апреля по октябрь в количестве 30 литров на 1га площади зеркала с интервалом в 15 дней.

Результаты и обсуждение. Пробы воды для определения гидрохимических и гидробиологических показателей из прудов отбирались в исследуемый период и оценивались по нормативам качества воды и водных объектов рыбохозяйственного значения [8]. В результате проведенных исследований выявлено снижение концентрации сине-зеленых водорослей и предотвращено «цветение» воды в опытном пруду, а в контрольном, наоборот, увеличилась биомасса сине-зеленых водорослей (таблицы 1, 2).

Таблица 1 – Биомасса водорослей в опытном пруду (мг/л)

Наименование	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
Сине-зеленые	0,320	0,430	0,533	0,360	0,281	0,175	0,170
Зеленые	0,490	0,740	1,305	2,300	2,780	2,910	3,00

Таблица 2 – Биомасса водорослей в контрольном пруду (мг/л)

Наименование	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
Сине-зеленые	0,310	0,650	0,733	0,870	1,161	1,275	1,310
Зеленые	0,500	0,640	0,505	0,300	0,280	0,210	0,205

Учитывая полученные данные по гидрохимическим исследованиям из опытного пруда отмечено, что показатели БПК и прочие анализируемые компоненты варьировали в узком диапазоне ПДК (предельно допустимых концентраций) рыбохозяйственных комплексов и явных тенденций к росту не отмечено (таблица 3).

Таблица 3 – Классификация по уровню загрязненности опытного пруда

Наименование показателя	Количество наблюдений		Значение ПДК (мг/дм ³)	Показатели к нормативу (ПДК)			Характеристика уровня загрязненности
	Всего	С превышением ПДК		min	max	aver	
Водородный показатель (рН)	4	-	6,5-8,5	6,5	8,2	7,35	не превышался
Железо, общ.	4	1	0,10	0,09	0,14	0,11	низкий
Аммон. по (NH) ₄	4	-	0,50	0,46	0,35	0,40	не превышался
БПК-п	4	-	2,00	1,05	1,15	1,10	не превышался
Раствор. О ₂	4	-	7,0-9,0	7,0	8,2	7,5	не превышался
Нитриты по (NO ₂)	4	-	0,08	0,05	0,08	0,065	не превышался

В контрольном пруду, наоборот, в связи с доминированием сине-зеленых водорослей содержание растворенного кислорода снижалось до 5,8, что ниже ПДК, водородный показатель ниже нормы, превышение составило по железу, аммонии, БПК-п (таблица 4).

Таблица 4 – Классификация по уровню загрязненности контрольного пруда

Наименование показателя	Количество наблюдений		Значение ПДК (мг/дм ³)	Показатели к нормативу (ПДК)			Характеристика уровня загрязненности
	Всего	С превышением ПДК		min	max	aver	
Водородный показатель (рН)	4	-	6,5-8,5	5,8	6,0	5,9	средний
Железо, общ.	2	2	0,10	0,14	0,18	0,16	средний
Аммон. по (NH) ₄	4	2	0,50	0,76	1,00	1,38	средний
БПК-п	4	2	2,00	2,05	2,15	2,10	средний
Раствор. О ₂	4	-	7,0-9,0	6,3	5,8	6,05	средний
Нитриты по (NO ₂)	4	-	0,08	0,08	0,09	0,085	средний

Качество воды в опытном пруду отнесено ко второму классу, или чистая (таблица 5).

Таблица 5 – Качества воды (по ИЗВ)

Наименование пруда	Величина ИЗВ	Класс качества воды	Описание класса
Контрольный пруд	1,340	третий	умеренно загрязненная
Опытный № 4	0,911	второй	чистая

При взвешивании навески веслоноса после окончания исследуемого периода получено значительное увеличение прироста в опытном пруду (3155 г) в сравнении с контролем (2222 г) (таблица 6).

Таблица 6 – Результаты исследований вселения хлореллы в опытныи пруд

№ п/п	Наименование	Контрольный пруд	Опытный пруд № 4
1	Средняя навеска веслоноса (посадочный материал), г	248	245
2	Средняя навеска веслоноса при вылове, г	2470	3400
3	Прибавка в граммах	2222	3155
4	Увеличение в сравнении с контролем в %	-	37
5	Сохранность %	76	91

Показатели сохранности веслоноса также оказались выше в опытном пруду (91%), чем в контрольном (76%).

Заключение. По результатам вселения хлореллы (штамм *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111) в опытныи пруд на базе ООО «Семикаракорская рыба» (Ростовская область) в качестве кормовой добавки для веслоноса установлено значительное увеличение массы его навески в сравнении с контрольным на 37% и сохранности на 15%. Отмечено также повышение иммунитета, снижение вероятности отравлений и хронических заболеваний.

Кроме того, применение хлореллы в прудовом рыбоводстве позволило улучшить качество воды в пруду, снизить концентрацию аммония, нитритов и стабилизировать их на безопасном для рыб уровне, обеспечить экологическое и биологическое равновесие в водоеме.

В целях увеличения рыбопродуктивности и получения экологически безопасной рыбной продукции рекомендуется вселять в рыбопродуктивные водоемы суспензию хлореллы – биологическую кормовую добавку, что одновременно поможет контролировать качественное состояние водоемов по гидрохимическим и гидробиологическим параметрам.

Библиографический список

1. Абросимова, Н.А. Проблемы современной индустриальной аквакультуры осетровых и пути ее решения / Н.А. Абросимова // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна: сб. науч. тр. / АЗНИИРХ. – Ростов-на-Дону, 2005. – С. 328-333.
2. Колпаносова, Е.В. Химический состав мышечной ткани веслоноса / Е.В. Колпаносова, А.С. Карнишина // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 7. – С. 125.
3. Кружилин, И.П. Экологические аспекты устойчивости биоценозов водохранилищ юга России и некоторые пути их решения / И.П. Кружилин, В.В. Мелихов, И.П. Кузнецов [и др.] // AQUATERRA: тез. докл. 9-й Междунар. конф. 14-15 июня 2006 г. – СПб., 2006. – С. 68-69.
4. Мелихов, В.В. Современные экологические проблемы загрязнения водных ресурсов Волжского бассейна и пути их решения / В.В. Мелихов // Экологические проблемы загрязнения водоемов Волжского бассейна, современные методы и пути их решения: мат. Всероссийской науч.-практ. конф. 15-16 апреля 2004 г. – Волгоград, 2004. – С. 3-9.
5. Мелихов, В.В. Биотехнология – на службе здоровья экосистем водоемов и человека / В.В. Мелихов, П.И. Кузнецов, С.В. Яковлев // Здоровье и экология. – 2006. – № 3 (37). – С. 18-19.
6. Мелихов, В.В. Биологическая мелиорация водоемов Волгоградской области /

- В.В. Мелихов, И.П. Кружилин, П.И. Кузнецов [и др.] // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: сб. докл. III Международной науч. конф. Минск-Нарочь, 22-27 сентября 2007 г. – Минск: Изд. центр БГУ, 2007. – С. 85-86.
7. Мелихов, В.В. Биологическая мелиорация пресноводных водоемов / В.В. Мелихов, И.П. Кружилин, П.И. Кузнецов, М.В. Московец [и др.] // Деловая слава России. – 2008. – С. 28-31.
 8. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения / сост.: М.В. Соколова, М.В. Медянкина, С.Н. Анисова, А.Т. Лебедев. – М.: Изд-во ВНИРО, 2011. – 257 с.
 9. Соколов, А.В. Веслонос как перспективный сырьевой ресурс рыбной отрасли / А.В. Соколов, О.П. Дворянинова, А.З. Черкесов // Технология пищевой перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2006. – № 3. – С. 27-28.
 10. Bai, S.C. Effects of powder as a feed additive on growth performance in juvenile Korean rockfish, *Sebastes schlegeli* (Hilgendorf) / S.C. Bai, J.W. Коо, K.W. Kim, S.K. Kim // Aquaculture research. – 2001. – Vol. 32 (1). – P. 92-98.
 11. Patil, V. Fatty acid composition of 12 microalgae for possible use in aquaculture feed / V. Patil, T. Kallqvist, E. Olsen, G. Vogt, H.R. Gislerod // Aquac. Int. – 2007. – Vol. 15. – P. 1-9.
 12. Valente, L.M.P. Evaluation of three seaweeds *Gracilaria bursa-pastoris*, *Ulva rigida* and *Gracilaria cornea* as dietary ingredients in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles / L.M.P. Valente, A. Gouveia, P. Rema, J. Matos, E.F. Gomes, I.S Pinto // Aquaculture. – 2006. – Vol. 252. – P. 85-91.

Reference

1. Abrosimova, N.A. Problemy sovremennoj industrial'noj akvakul'tury osetrovyyh i puti ee resheniya / N.A. Abrosimova // Osnovnye problemy rybnogo hozyajstva i ohrany rybohozyajstvennyh vodoemov Azovo-Chernomorskogo bas-sejna: sb. nauch. tr. / AzNIIRH. – Rostov-na-Donu, 2005. – S. 328-333.
2. Kolpanosova, E.V. Himicheskij sostav myshechnoj tkani veslonosa / E.V. Kolpanosova, A.S. Karnishina // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. – 2011. – № 7. – S. 125.
3. Kruzhilin, I.P. Ehkologicheskie aspekty ustojchivosti biocenozov vodohranilishch yuga Rossii i nekotorye puti ih resheniya / I.P. Kruzhilin, V.V. Melihov, I.P. Kuznecov [i dr.] // AQUATERRA: tez. dokl. 9-j Mezhdunar. konf. 14-15 iyunya 2006 g. – SPb., 2006. – S. 68-69.
4. Melihov, V.V. Sovremennye ehkologicheskie problemy zagryazneniya vodnyh resursov Volzhskogo bassejna i puti ih resheniya / V.V. Melihov // Ehkologicheskie problemy zagryazneniya vodoemov Volzhskogo bassejna, sovremennye metody i puti ih resheniya: mat. Vserossijskoj nauch.-prakt. konf. 15-16 aprelya 2004 g. – Volgograd, 2004. – S. 3-9.
5. Melihov, V.V. Biotekhnologiya – na sluzhbe zdorov'ya ehkosistem vodoemov i cheloveka / V.V. Melihov, P.I. Kuznecov, S.V. YAKovlev // Zdorov'e i ehkologiya. – 2006. – № 3 (37). – S. 18-19.
6. Melihov, V.V. Biologicheskaya melioraciya vodoemov Volgogradskoj oblasti / V.V. Melihov, I.P. Kruzhilin, P.I. Kuznecov [i dr.] // Ozernye ehkosistemy: biologicheskie processy, antropogennaya transformaciya, kachestvo vody: sb. dokl. III Mezhdunarodnoj nauch. konf. Minsk-Naroch', 22-27 sentyabrya 2007 g. – Minsk: Izd. centr BГУ, 2007. – S. 85-86.
7. Melihov, V.V. Biologicheskaya melioraciya presnovodnyh vodoemov / V.V. Melihov, I.P. Kruzhilin, P.I. Kuznecov, M.V. Moskovec [i dr.] // Delovaya slava Rossii. – 2008. – S. 28-31.

8. Normativy kachestva vody vodnyh ob"ektov rybohozyajstvennogo znacheniya, v tom chisle normativov predel'no dopustimyh koncentracij vrednyh veshchestv v vodah vodnyh ob"ektov rybohozyajstvennogo znacheniya / sost.: M.V. Soko-lova, M.V. Medyankina, S.N. Anisova, A.T. Lebedev. – M.: Izd-vo VNIRO, 2011. – 257 s.
9. Sokolov, A.V. Veslonos kak perspektivnyj syr'evoj resurs rybnoj otrasli / A.V. Sokolov, O.P. Dvoryaninova, A.Z. CHerkesov // Tekhnologiya pishchevoj pererabatyvayushchej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya. – 2006. – № 3. – S. 27-28.
10. Bai, S.C. Effectc of powder as a feed additive on growth performance in juvenile Korean rockfish, *Sebastes schlegeli* (Hilgendorf) / S.C. Bai, J.W. Koo, K.W. Kim, S.K. Kim // Aquaculture research. – 2001. – Vol. 32 (1). – P. 92-98.
11. Patil, V. Fatty acid composition of 12 microalgae for possible use in aqua-culture feed / V. Patil, T. Kallqvist, E. Olsen, G. Vogt, H.R. Gislerod // Aquac. Int. – 2007. – Vol. 15. – P. 1-9.
12. Valente, L.M.P. Evaluation of three seaweeds *Graci-laria bursa-pastoris*, *Ulva rigida* and *Gracilaria cornea* as dietary ingredients in European sea bass (*Dicentrar-chus labrax*) juveniles / L.M.P. Valente, A. Gouveia, P. Rema, J. Matos, E.F. Gomes, I.S Pinto // Aquaculture. – 2006. – Vol. 252. – P. 85-91.

E-mail: vniioz-algo@yandex.ru