

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Сорокина Бориса Андреевича

«Биотехнологическое исследование новых штаммов микроводорослей-продуцентов каротиноидов и полиненасыщенных жирных кислот»,

представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.6. «Биотехнология»

Актуальность темы исследования. В последние десятилетия наблюдается заметный глобальный интерес к аквакультуре – выращиванию водных организмов в контролируемой водной среде для любых коммерческих, рекреационных или общественных целей. Аквакультура – одна из самых быстрорастущих форм производства продуктов питания в мире. К числу факторов, способствовавших такому подъему, относятся увеличение и постоянный рост стоимости рыболовных операций из-за резкого повышения цен на топливо, сокращение объемов вылова морской и пресной рыбы, проблемы между странами, зависящими от промысла в территориальных водах других стран и т.п. Аквакультура служит многим целям, в первую очередь, производству продуктов питания для потребления человеком, восстановлению популяций видов, находящихся под угрозой исчезновения. Поскольку урожай многих диких рыбных ресурсов достиг своего пика во всем мире, аквакультура широко признана как эффективный способ удовлетворения потребностей населения в морепродуктах. Используя методы и технологии аквакультуры, исследователи и индустрия аквакультуры «выращивают» все виды пресноводных и морских рыб и моллюсков. Примерно треть всех морепродуктов (пресноводных и морских) в мире сегодня производится с помощью аквакультуры, и значительная часть (42%) представлена пресноводной рыбой. Сохранение темпов роста аквакультуры невозможно без устойчивого производства комбикормов, которые составляют значительную часть ее себестоимости. Рост цен и уменьшение доступности рыбной муки ввиду сокращения добычи кормовой рыбы, являющейся ингредиентом большинства кормов, служат причинами поиска более дешевых заменителей белка, жиров и других компонентов в кормах для рыб и всплеска исследовательской активности в этом направлении в разных странах. В связи с чем актуальность работы, **целью** которой являлся поиск высокопроизводительных пресноводных штаммов микроводорослей-продуцентов фукоксантина и эйкозапентаеновой кислоты, а также изучение их потенциала в качестве ингредиентов стартовых аквакультурных кормов, не вызывает сомнения.

Научная новизна работы. Автором диссертационной работы впервые с использованием культивирования, микроскопических и молекулярно-биологических

методов охарактеризованы и изучены штаммы пресноводных водорослей *Mallomonas furtiva* SBV-13 (Chrysophyceae) и *Vischeria magna* SBV-108 (Eustigmatophyceae). В результате проведенных исследований выявлена способность *M. furtiva* SBV-13 накапливать значительные количества фукоксантина, в свою очередь, штамм *V. magna* SBV-108 характеризовался высокой продукцией эйкозапентаеновой кислоты (ЭПК). Количество продуцируемых фукоксантина и ЭПК является одним из самых высоких среди описанных в литературе. Сорокиным Б.А. впервые определено влияние биомассы исследуемой золотистой и эустигматофитовой водорослей, включенной в стартовый аквакультурный корм, на ростовые характеристики рыб и эффективность кормления их разными вариантами кормов. Установлено, что продуктивность по фукоксантину штамма *M. furtiva* SBV-13 составила 6,1 мг/л/день при культивировании в полупромышленном реакторе объемом 120 л, что является одной из самых высоких величин для описанных в литературе штаммов, выращиваемых в сходных условиях, и наиболее высокой среди всех описанных пресноводных и почвенных штаммов. Продуктивность штамма *V. magna* SBV-108 по ЭПК достигала 17,4 мг/л/день при культивировании в полупромышленном реакторе объемом 120 л – это максимальный показатель среди морских и пресноводных штаммов при выращивании на свету. Автор диссертационной работы показал, что десятипроцентное содержание данного штамма в стартовом корме приводило к улучшению всех исследованных характеристик корма не менее чем на 20%. Результаты достоверно демонстрируют, что штаммы *M. furtiva* SBV-13 и *V. magna* SBV-108 являются перспективными кандидатами для промышленного получения фукоксантина и ЭПК в контролируемых условиях. Сорокиным Б.А. на основании полученных данных рекомендовано использование штаммов для производства кормовых ингредиентов для аквакультуры.

Структура и объем работы. Содержание диссертации изложено на 132 страницах и состоит из Введения, Обзора литературы, Экспериментальной части, Заключение, Выводов, Списка литературы, включающего 314 наименований. Диссертация содержит 21 таблицу и 20 рисунков. Текст диссертации изложен в хорошем научном стиле. Автореферат диссертации отражает основное содержание проведенных научных исследований, содержание автореферата совпадает с содержанием диссертации.

Во «Введении» автор дает представление об объектах исследования, целях и задачах работы, о научной новизне, обосновывает актуальность и практическую значимость работы. В рукописи диссертации и автореферате сформулированы основные защищаемые положения работы.

Первая глава представляет собой литературный обзор по теме диссертационного исследования. В главе обобщены и представлены сведения о степени изученности аквакультур и аквакультурных кормов в России и мире, дана характеристика микроводорослей, используемых в качестве пищевых и кормовых ингредиентов, описано разнообразие промышленно значимых продуктов водорослей, приведены данные о методах культивирования и изучения микроводорослей и продуктов их жизнедеятельности. К несомненным достоинствам представленной диссертации следует отнести глубокое знание проблемы в целом, отдельных ее аспектов, работ российских и зарубежных авторов. Многогранный анализ литературного материала позволил автору четко сформулировать основные задачи диссертационной работы. Благодаря информативному обзору литературы хорошо видна актуальность, значимость и своевременность полученных автором собственных данных. Обзор представляет интерес как отдельное научное исследование справочного характера.

Во второй главе автором рассматриваются объекты и методы исследования. Методы описаны кратко, но в целом достаточно информативно и пригодны для воспроизведения. Автором успешно применены методы культивирования, молекулярно-биологические, экспериментальные методики и количественные методы оценки содержания различных веществ в микроводорослях и кормах.

В третьей главе представлены полученные результаты и их обсуждение. В результатах исследования приводится описание двух штаммов водорослей, оценка жизнеспособности их лиофилизатов, химический анализ биомассы, особенности культивирования. Проведено изучение влияния биомассы *V. magna* SBV-108 и *M. furtiva* SBV-13, включенной в стартовый корм, на ростовые характеристики и эффективность кормления мальков тилапии. Дано описание состава вариантов кормов, их влияние на ростовые характеристики рыб, определен состав мяса мальков тилапии. Рецензируемая работа хорошо иллюстрирована рисунками и таблицами.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов. Работа Сорокина Б.А. выполнена на высоком научно-методическом уровне. Название диссертационной работы отражает ее суть и содержание. Поставленные задачи диссертант решал с использованием адекватных, информативных современных методов исследования. Полученные результаты документированы таблицами, графиками, рисунками и их достоверность не вызывает сомнения.

На основе анализа полученных результатов Сорокин Б.А. обосновал основные выводы и положения, которые отражают содержание диссертационной работы и

соответствуют поставленным задачам. Представленная диссертация имеет большое научно-практическое значение в области биотехнологии.

По материалам диссертации опубликовано 5 публикаций в рецензируемых журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, Российского индекса научного цитирования, а также индексируемых в Web of Science и Scopus. Результаты исследований были доложены и обсуждены на международных и российских конференциях. Автореферат диссертации отражает основное содержание проведенных научных исследований, содержание автореферата совпадает с содержанием диссертации.

Работа диссертанта интересна и содержательна, но при оценке работы возникли следующие замечания и пожелания, в основном, относящиеся к оформлению диссертационной работы и наличию довольно большого количества грамматических, пунктуационных и стилистических ошибок. Ссылки на литературные источники оформлены не по ГОСТУ, в ссылке приводятся инициалы авторов, ссылка на каждого автора разделена отдельными скобками, например, на стр. 20 (Sarker, P.K. et al. 2009), (Sarker, P. K. et al. 2011), (Pelletier, N. et al. 2010), (Wang, Y. et al. 2008). На рисунке 8, на котором приведено филогенетическое древо, подписи не читаются, т.к. очень мелкие буквы. В тексте диссертационной работы полностью приведено слово рисунок, хотя по правилам ГОСТА нужно применять сокращение «рис.».

В одном предложении два раза повторяется один и тот же глагол, например на стр. 4 глагол «является», на стр. 78 глагол «составил». При употреблении латинских названий видов по всему тексту, сокращая «species», автору не следовало использовать курсив, например, *Isochrysis sp.*, *Pavlova sp.*, *Chlorella sp.* на стр. 26. В тексте диссертационной работы присутствуют неудачные по смыслу выражения, такое предложение как «По сравнению с белком насекомых, микроводоросли обладают более высокой скоростью роста и продуктивностью на единицу занимаемой площади, а также используют более дешевые питательные субстраты» необходимо было отредактировать.

Автор не совсем корректно указал название видов *Vischeria magna* и *Mallomonas furtiva*, так, согласно постоянно обновляемой базе данных «AlgaeBase» (<http://www.algaebase.org/>), название видов следует привести как *Vischeria magna* (J.B.Petersen) Kryvenda, Rybalka, Wolf & Friedl 2018 и *Mallomonas furtiva* Gusev, Certnerová, Škaloudová & Škaloud 2017.

Заключение. В целом, высказанные замечания не снижают общего благоприятного впечатления о проделанной работе и не затрагивают научную и практическую значимость

полученных диссертантом результатов. Принципиальных замечаний по диссертационной работе нет.

Диссертационная работа Сорокина Бориса Андреевича «Биотехнологическое исследование новых штаммов микроводорослей-продуцентов каротиноидов и полиненасыщенных жирных кислот» по актуальности темы, теоретической и практической значимости результатов соответствует критериям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 01.10.2018 и изм. от 26.05.2020), и представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, а ее автор Сорокин Борис Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.6. «Биотехнология».

Официальный оппонент

Белых Ольга Ивановна,
кандидат биологических наук, доцент, внс,
заведующий лабораторией водной
микробиологии ЛИН СО РАН.

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук. Адрес: Россия, 664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская - 3, а/я 278, тел. (3952) 42-54-15; электронная почта: belykh@lin.irk.ru

16 декабря 2024 г.

Подпись кандидата биологических наук, доцента Белых Ольги Ивановны заверяю

Ученый секретарь ЛИН СО РАН



 к.б.н. Н.В. Максимова

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Лимнологический институт
Сибирского отделения Российской академии наук