

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу Бутько Андрея Анатольевича «Эколого-биологическое обоснование использования насаждений ивы белой (*Salix alba L.*) в качестве природных фильтров для минимизации загрязнения водных экосистем биогенными элементами», представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология

Соответствие диссертации специальностям и отрасли науки, по которым она представлена к защите.

По целям, задачам, положениям, выносимым на защиту, а также использованным методам исследований, полученным научным результатам, практической значимости и выводам содержание диссертационной работы соответствует отрасли биологические науки и специальности 03.02.08 – экология.

Научный руководитель – доктор биологических наук, доцент, директор УО «Международный государственный экологический институт имени А.Д.Сахарова» Белорусского государственного университета Родькин Олег Иванович.

Работа соответствует отрасли «биологические науки» и специальности 03.02.08 – экология, согласно следующим пунктам паспорта специальности ВАК Республики Беларусь от 07.02.2019. № 42:

7. Степень влияния отдельных видов физико-химических антропогенных воздействий на живую природу, предсказание возможных экологических последствий химических загрязнений.

8. Способы эффективной очистки отходов производств, прогнозирование и регуляция уровня химического загрязнения в объектах окружающей среды.

Актуальность темы диссертации.

Диссертационная работа Бутько А.А. связана с изучением вопросов перехвата потоков биогенных элементов, поступающих в пределах водосбора с рядом расположенных сельскохозяйственных угодий, путем создания полос из насаждений ивы белой. Известно, что значительная часть элементов минерального питания, поступающих в форме удобрений, в последующем в растворенном виде с водотоками попадает в близлежащие водоемы. При этом происходит не только потеря элементов питания, но и загрязнение подземных вод и открытых водоемов, что приводит к ухудшению качества воды, «цветению» водоемов и нередко к массовой гибели рыбы. В связи с этим диссертационная работа Бутько А.А., направленная на изучение экологических аспектов создания природных фильтров на основе ивы для регулирования потоков биогенных элементов, несомненно актуальна и имеет большое природоохранное значение и социальную значимость.

Проведенные исследования проводились в рамках ряда Государственных программ научных исследований:

1. ГПНИ «Научные основы комплексного использования, сохранения и воспроизводства природно-ресурсного потенциала и повышения качества окружающей среды», задание «Разработать модели поступления биогенных элементов в водные объекты с диффузными стоками в зависимости от конкретных видов хозяйственной деятельности на территории водных бассейнов» (2011-2013 гг., № госрегистрации 20115200);

2. ГПНИ «Химические технологии и материалы, природно-ресурсный потенциал», задание «Разработать методику использования фильтров на основе однолетних и многолетних видов растений для управления диффузными стоками» (2014-2015 гг., № госрегистрации 20142545).

Тематика диссертационного исследования соответствует приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021-2025 гг., утвержденным указом Президента Республики Беларусь №156 от 07.05.2020 г. пункту 3 «Энергетика, строительство, экология и рациональное использование».

Тема диссертационной работы характеризуется высокой теоретической и практической значимостью, поскольку до настоящего времени в Беларуси исследований экологических аспектов создания природных фильтров из насаждений ивы белой для минимизации загрязнения водных экосистем биогенными элементами не проводились.

Степень новизны результатов диссертации, и научных положений, выносимых на защиту.

Впервые экспериментально обоснована зависимость уровней накопления азота и фосфора в надземной фитомассе ивы от содержания в почве минерального азота и подвижных соединений фосфора на протяжении вегетационного периода.

Предложен апробированный оригинальный методический прием для оценки сезонной динамики общих запасов надземной фитомассы в насаждениях ивы с использованием эмпирических коэффициентов взаимосвязи между морфометрическими и биопродукционными характеристиками растений.

Усовершенствована имитационная почвенно-гидрологическая модель SWAT (Soil and Water Assessment Tool), позволяющая оптимизировать сроки заготовки надземной фитомассы.

Обоснована возможность моделирования продуктивности насаждений ивы используемых в качестве природных фильтров с точностью от 72 до 97% в соответствии с феноритмикой сезонного развития, морфофизиологическими характеристиками растений, а также гидротермическим режимом сезона.

Выполнено технико-экономическое обоснование целесообразности использования насаждений ивы белой в качестве экологичных природных фильтров для минимизации поступления в водные экосистемы с сельскохозяйственных угодий загрязняющих соединений азота и фосфора.

Результаты диссертационной работы большое природоохранное значение в решении проблем защиты водоемов от стока биогенных элементов с сельскохозяйственных угодий.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту, в целом отражают полученные результаты и характеризуются новизной, которая подтверждается регистрацией патента на изобретение «Способ биологической очистки вод в аграрных ландшафтах» в Государственном реестре изобретений Республики Беларусь, №23977.

Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформированных в диссертации.

Автором диссертационной работы на протяжении 2011–2021 гг. проведены полевые и лабораторные исследования на примере высокопродуктивного сорта ивы белой Волмянка, который характеризуется высокими темпами роста, и внесенного в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь.

Результаты исследований соискателя, приведенные в диссертационной работе, характеризуются высокой степенью достоверности, поскольку основаны на большом объеме экспериментального материала, полученного с использованием общепринятых методов полевых и камеральных работ, а также современных способов их статистической обработки и представлены в виде таблиц и иллюстраций. Сформулированные выводы и практические рекомендации соответствуют целям и задачам работы вытекают из основного содержания диссертации, обоснованы и хорошо аргументированы.

Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию.

Научно-практическая значимость полученных результатов состоит минимизации загрязнения водных экосистем биогенными элементами, путем создания природных фильтров из растений ивы белой. На основе собственных экспериментальных данных построены математические модели расчета продуктивности плантаций ивы белой и прогноза выноса растениями элементами питания (азота и фосфора), являющиеся сильными загрязнителями водоемов.

Социальная значимость результатов исследования определяется высоким природоохранным значением и большой экологичностью предлагаемого диссертантом способа снижения загрязнения водоемов.

Результаты исследований используются в деятельности Логойской районной инспекции природных ресурсов и охраны окружающей среды Минской области (акт внедрения от 10.01.2014 г.), в филиале «Ресурсный центр ЭкоТехноПарк – Волма УО «Республиканский институт профессионального образования» (акт от 18.04.2016 г.), в РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов» (акт от 8 декабря 2015 г.), в ООО «Ляховичская вербочка» Барановичского района Брестской области (акт от 11 сентября 2021 г.) и в учебном процессе УО «МГЭИ им.А.Д.Сахарова БГУ» (акты от 07.09.2019 г., от 17.03.2020 г., от 11.03.2021 г.). На основании данных исследований получено уведомление о регистрации патента на изобретение «Способ биологической очистки вод в аграрных ландшафтах» (произведена регистрация изобретения в Государственном реестре изобретений Республики Беларусь под №23977).

Опубликованность результатов диссертации в научной печати.

По результатам диссертационных исследований опубликовано 29 научных работ, из них: 7 статей, отвечающих требованиям пункта 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий, 4 – в научных рецензируемых журналах, 7 – в материалах конференций, 11 – тезисах конференций. Общее количество авторских листов 7,90 (лично соискателя – 6,76 авторских листов), из них в статьях в рецензируемых журналах из Перечня ВАК приходится 3,32 листа (лично соискателя – 3,05 авторских листа).

Диссертационная работа выполнена лично автором и является законченным научным трудом. Анализ научной литературы, выбор объекта исследования, планирование и проведение экспериментов, статистическая обработка, обобщение и анализ полученных результатов исследования проводились лично автором. Выбор темы исследования, постановка задач, теоретическое обсуждение и оформление результатов в виде научных статей осуществлены совместно с научным руководителем доктором биологических наук, доцентом Родькиным О.И. Результаты, полученные доктором биологических наук, доцентом Родькиным О.И. в работу Бутько А.А. не вошли.

Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК РБ.

Диссертационная работа включает введение, общую характеристику работы, аналитический обзор литературы, описания объекта и методов исследования, 4 главы, отражающие результаты исследований, заключение, список литературы содержащий 340 источников (из них 29 – собственные публикации, 86 – русскоязычные, 225 – на иностранных языках), приложения. Текст диссертации изложен на 209 страницах (основной текст – 136, таблицы и рисунки – 35, приложения – 38 страниц). Всего в диссертации 39 рисунков, 24 таблицы.

Кандидатская диссертация Бутько А.А. целенаправленно посвящена изучению условий и возможностей накопления азота и фосфора в биомассе в зависимости от изменяющихся абиотических факторов внешней среды и обеспеченности уровня минерального питания. Для этих целей был выбран один клон ивы *Salix alba*. Было заложено два экспериментальных участка с учетом рельефа местности: в ложбине стока с территории водосбора и контрольный участок в верхней части склона. На этих участках целенаправленно не вносились минеральные удобрения, а элементы питания растений поступали с территории водосбора агроландшафта. Кроме того, был проведен вегетационный опыт с целью оценки аккумуляции азота и фосфора в биомассе в зависимости от внесения различных доз минеральных удобрений. Это позволило получить результаты научных исследований имеющих несомненную новизну.

В диссертации О.И. Родькина оценка накопления азота и фосфора проводилась на экспериментальном участке сортоиспытания клонов *Salix alba* и клона *Jorr*. Участок был расположен на пахотных землях без привязки к рельефу местности и территории водосбора. Основной задачей исследования была оценка потенциального накопления азота и фосфора в надземной биомассе ивы различных сортов без учета уровня минерального питания и абиотических

факторов. Полученные результаты позволили рассчитать возможный вынос азота и фосфора с единицы площади с учетом выхода биомассы древесины на экспериментальном участке и частичного возврата азота и фосфора с листьями растений при уборке в позднеосенний (зимний) период. Был сделан предварительный вывод, что потенциально плантации ивы позволяют выводить из экологических систем сравнительно большие объемы фосфора относительно выноса элемента с территории водосбора и использоваться в качестве естественных природных фильтров.

Выводы, которые лежат в основе этих научных результатов, получены впервые и в докторской диссертации Родькина О.И. не представлены и не упоминаются.

Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует. Выполненные автором оригинальные исследования в области одной из наиболее актуальных проблем, которые представляют значительный интерес и имеют важное фундаментальное и прикладное значение. Достаточно широкая апробация полученных результатов на конференциях различного уровня в Беларуси и за рубежом, и их востребованность свидетельствуют о высоком научно-методическом уровне диссертации и подтверждают научную квалификацию А.А.Бутько как соискателя ученой степени кандидата биологических наук.

Замечания в адрес диссертационной работы. Принципиальных замечаний по содержанию и оформлению диссертационной работы и автореферата не имеется. Вместе с тем следует указать на некоторые замечания:

- в представленном списке публикаций А.А.Бутько приводятся ссылки на 29 научных работ по теме диссертационной работы, что указывает на высокую степень опубликованности и полученных результатов и положений, выносимых на защиту. Однако, только в одной работе (Комплексная оценка эффективности использования древесно-кустарниковых пород с коротким периодом роста – Willow Energy Calculator / А. А. Бутько, В. А. Пашинский, А. А. Зайцев, Л. А. Липницкий // Сахаровские чтения 2018 года: экологические проблемы XXI века : материалы 18-й междунар. науч. конф., Минск, 17–18 мая 2018 г. : в 3 ч. / Междунар. гос. экол. ун-т им. А. Д. Сахарова [и др.] ; под общ. ред. С. А. Маскевича, С. С. Позняка. – Минск, 2018. – Ч. 3. – С. 114–115) среди соавторов нет Родькина О.И. – научного руководителя диссертационной работы А.А.Бутько, который в 2021 году защитил докторскую диссертацию по близкой тематике (тема защищенной докторской диссертации Родькина Олега Ивановича «Эколого-биологические основы создания плантаций представителей рода *Salix* на загрязненных и деградированных землях Беларуси как источника возобновляемого биотоплива). Поэтому несмотря на то, что в общем количестве авторских листов, доля А.А.Бутько составляет 85,6%, а в статьях в рецензируемых журналах из перечня ВАК она еще выше – 91,9%, необходимо четко выделить личный научный вклад соискателя в этих статьях. Также обращает на себя внимание тот факт, что в списке нет ни одной работы под единоличным авторством А.А.Бутько;

- в изложении научной новизны А.А.Бутько отмечает, что впервые представлено *обоснование целесообразности использования насаждений ивы белой в качестве экологичных природных фильтров* для минимизации поступления в водные системы сельскохозяйственных угодий загрязняющих соединений азота и фосфора. В тоже время в основных научных результатах диссертации О.И.Родькина в заключении отмечается, что *обоснована целесообразность использования короткоцикловых плантаций ивы в качестве естественных вегетативных фильтров*, способствующих аккумуляции фосфора в надземной фитомассе и предотвращению эвтрофикации водоемов, а также для биологической рекультивации выработанных торфяников и засоленных почв. Поэтому соискателю нужно четко показать какие различия между этими выводами;

- в литературном обзоре нет ссылок на основополагающие работы по математическому моделированию роста и продуктивности сельскохозяйственных культур Пеннинга де Фриза, Бихеле З.Н., Молдау Х.А., Росса Ю.К.

- в работе есть незначительные опечатки и неточности в оформлении библиографического списка.

Высказанные замечания не снижают значимости работы и ее положительных достоинств в целом. Диссертация по актуальности темы, уровню выполненных исследований, степени научной новизны и практической значимости результатов, соответствует специальности **03.02.08 – экология** и требованиям ВАК Беларусь (п. 20 «Положение о присуждении ученых степеней и присвоения ученых званий»).

Научные результаты, за которые соискателю может быть присуждена ученая степень.

Диссертационная работа Бутько Андрея Анатольевича представляет собой законченный самостоятельный научный труд, который по актуальности, практической значимости, новизне, апробированности и опубликованности соответствует требованиям ВАК Республики Беларусь (п. 20 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоения ученых званий»), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Бутько Андрей Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология, за новые научно-обоснованные результаты, включающие:

- проведение комплексной оценки использования насаждений ивы белой в качестве природного фильтра для минимизации загрязнения водных экосистем биогенными элементами;

- установление морфофизиологических и продукционных характеристик растений ивы белой и параметров накопления азота и фосфора;

- предложенные численные модели, позволяющие прогнозировать продуктивность насаждений ивы белой с точностью от 72 до 97% в соответствии с феноритмикой сезонного развития, морфофизиологическими характеристиками растений и гидротермальным режимом;

- обоснование экономической эффективности предложенных природных фильтров из насаждений ивы белой.

Выражаю своё согласие на размещение отзыва по диссертации на официальном сайте государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларусь» в глобальной компьютерной сети Интернет.

Официальный оппонент
главный научный сотрудник
ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича
Национальной академии наук Беларусь»,
член-корреспондент НАН Беларусь,
доктор биологических наук, профессор

 В. Н. Прохоров

03.01.2024 г.

