

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Учреждения образования
«Белорусский государственный
технологический университет»

И.В. Войтов
2023 г.



ОТЗЫВ ОППОНИРУЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

учреждения образования

«Белорусский государственный технологический университет»

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», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук

по специальности 03.02.08 – экология

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки со ссылкой на область исследования паспорта соответствующей специальности, утвержденного ВАК

Диссертационная работа Бутько Андрея Анатольевича посвящена исследованию фитоэкстракционной эффективности растений ивы белой (*Salix alba L.*), используемой для минимизации загрязнения водных экосистем биогенными элементами; установлению динамики морфометрических и биопродукционных характеристик структурных компонентов надземной фитомассе ивы в сезонном и многолетнем циклах исследований с определением уровней аккумуляции соединений азота и фосфора; установлению зависимости обозначенных выше показателей от уровня минерального питания; усовершенствованию имитационной почвенно-гидрологической модели SWAT (Soil and Water Assessment Tool) продуцирования надземной фитомассы и аккумуляции соединений азота и фосфора в насаждениях ивы в зависимости от гидротермического режима вегетационного периода; научному обоснованию экономического и экологического значения создания энергетических плантаций ивы в качестве вегетативных фильтров для минимизации загрязнения водных объектов соединениями азота и фосфора.

Согласно цели, задачам и объектам и предмету исследования, используемым методам анализа диссертационная работа Бутько А.А. соответствует отрасли «биологические науки». Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 03.02.08 – экология по следующим пунктам областей исследования:

6. Анализ биологической продуктивности естественных, трансформированных и искусственных экосистем, факторов ее определяющих, разработка принципов и методов ее использования, изучение взаимодействия искусственных и естественных экосистем. Механизмы и закономерности сезонной и многолетней динамики биомассы и численности организмов в зависимости от условий среды, техногенных и антропогенных воздействий. Роль животных, растений и микроорганизмов в разложении органических веществ и их участие биогеохимических циклах.

9. Теоретические основы, модели и методы рационального экологически безопасного природопользования, а также экологическое обоснование норм воздействия человека на живую природу. Оценка ущерба, причиненного природной среде в результате превышения нормативных выбросов, сбросов, аварий на промышленных объектах и стихийных бедствий.

Научный вклад соискателя в решение научной задачи с оценкой его значимости

Бутько А.А. достоверно установлено, что в экспериментальных насаждениях ивы, высаженных в ложбине стока, средняя многолетняя продуктивность растений выше на 22,5 % за счет активизации накопления в надземной фитомассе на 30,8 % общего азота и на 26,3 % фосфора по сравнению с насаждениями, в которых отсутствует поступление стока с сельхозугодий. Таким образом, данный эффект подтверждает результативность насаждений ивы используемых для минимизации загрязнения водных экосистем биогенными элементами, что подтверждается уведомлением о регистрации изобретения ВУ 23977 «Способ биологической очистки вод в границах аграрных ландшафтах».

По установленной динамике морфометрических и биопродукционных характеристик структурных компонентов надземной фитомассе ивы белой в сезонном и многолетнем циклах, Бутько А.А. предложен оригинальный методический прием, позволяющий оценить сезонную динамику общих запасов фитомассы в насаждениях ивы белой с использованием эмпирических коэффициентов взаимосвязи между морфометрическими и биопродукционными характеристиками растений, с учетом долевого участия отдельных органов растений.

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

соединений фосфора, что позволило оценить фитоэкстракционный потенциал растений ивы белой в отношении биогенных элементов.

Автором диссертации усовершенствована имитационная почвенно-гидрологическая модель SWAT (Soil and Water Assessment Tool), позволяющая прогнозировать потенциально и действительно возможные уровни продуктивности и аккумуляции азота и фосфора в насаждениях ивы белой в соответствии с феноритмикой сезонного развития, морфометрическими и физиологическими характеристиками растений, а также гидротермическим режимом сезона. Установлено, что средняя абсолютная ошибка результатов моделирования действительно возможной продуктивности насаждениями ивы составляет 15,5 %, аккумуляции азота и фосфора – соответственно 15,7 и 17,7 %, что подтверждает хорошее качество прогнозных показателей по отношению к фактически измеренным.

Впервые по разработанной технологической карте выращивания древесно-кустарниковых пород с коротким периодом роста представлено технико-экономическое обоснование создания энергетических плантаций ивы белой в качестве вегетативных фильтров, которое свидетельствует экономической целесообразности предлагаемого способа минимизации диффузного загрязнения водных объектов.

Выше представленные научные исследования Бутько А.А., представленные в диссертации, носят значимый вклад в решение научной задачи повышения трофического статуса водных объектов природных путем обоснования эффективности использования природных фильтров на основе растений ивы белой для минимизации поступления биогенных элементов в водные экосистемы.

Конкретные научные результаты (с указанием их новизны и практической значимости), за которые соискателю может быть присуждена искомая ученая степень

К числу новых и практически значимых результатов, за которые соискателю Бутько Андрею Анатольевичу может быть присуждена искомая ученая степень, следует отнести:

- научное обоснование целесообразности использования насаждений ивы белой в качестве экологичных природных фильтров используемых для аккумуляции биогенных элементов;
- оригинальный методический прием для оценки сезонной динамики общих запасов биомассы в насаждениях ивы с использованием эмпирических коэффициентов взаимосвязи между морфометрическими и биопродукционными характеристиками растений;
- установление уровней аккумуляции соединений азота и фосфора в надземной биомассе растений ивы белой в сезонном цикле от содержания в почве минерального азота и подвижных соединений фосфора;

– усовершенствование имитационной почвенно-гидрологической модели SWAT (Soil and Water Assessment Tool) продуцирования надземной фитомассы и аккумуляции соединений азота и фосфора в насаждениях ивы в зависимости от гидротермического режима вегетационного периода;

– за разработку способа биологической очистки природных вод в аграрных ландшафтах с использованием в конструкции вегетативного фильтра растений ивы белой, что подтверждено уведомлением на регистрацию изобретения Республики Беларусь ВУ 23977 «Способ биологической очистки вод в границах аграрных ландшафтах»;

– установление экономической целесообразности использования насаждений ивы белой при их использовании в качестве вегетативных фильтров для аккумуляции биогенных элементов.

Рекомендации по практическому применению результатов

Использование растений ивы белой в конструкции природных фильтров является эффективным инструментом повышения качества природных вод путем сокращения поступления в них биогенных элементов, что подтверждает полученное уведомление на регистрацию изобретения ВУ 23977 «Способ биологической очистки вод в границах аграрных ландшафтах».

Результаты диссертационной работы Бутько А.А. внедрены в практическую деятельность Логойской районной инспекции природных ресурсов и охраны окружающей среды» (акт о внедрении № 5 от 13.01.2014), РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов» (акт о внедрении № 9 от 08.12.2015), Филиал «Ресурсный центр ЭкоТехноПарк – Волма» учреждения образования «Республиканский институт профессионального образования» (акт о внедрении № 8 от 28.04.2016); ООО «Ляховичская вербочка» (акт о внедрении № 1 от 29.09. 2021) и в учебный процесс УО «Международный государственный институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета по дисциплинам «Биоэнергетика» (акт о внедрении № 1-У от 07.09.2019; акт о внедрении № 2-У от 10.03.2020) и «Экологическое нормирование и оценка рисков (акт о внедрении № 3-У от 11.10.2021).

Предлагаемые валидированные численные модели продуцирования фитомассы и накопления в ней питательных веществ, позволяют прогнозировать продуктивность ивы белой и аккумуляцию азота и фосфора в надземной фитомассе насаждений в зависимости от комплекса метеорологических факторов, которые могут быть использованы в различных агроклиматических зонах Беларуси.

Представленные в диссертационной работе научные результаты о фитоэкстракционной эффективности растений ивы белой (*Salix alba L.*) могут

быть востребованы для разработки методических регламентов направленных на минимизацию загрязнения природных вод биогенными элементами.

Замечания по диссертации

Несмотря на значительные объемы выполненных исследований по автореферату и диссертационной работе имеются замечания и допущены неточности, а именно:

1. В автореферате на стр. 10 (рис. 1), вероятно, допущена техническая ошибка по графическому отображению подписей на оси абсцисс вариантов «контроль» и «эксперимент».

2. На стр. 13 автореферата в пояснениях к формуле 7 ошибочно указан эмпирический коэффициент x_0 , который отсутствует в формуле, что связано также с технической ошибкой.

3. Следует конкретизировать какие еще культуры используются в качестве вегетативных (природных) фильтров для предотвращения загрязнения водоемов. И в чем преимущество природных фильтров на основе ивы по сравнению с другими посадками.

4. Модель продуктивности ивы и аккумуляции азота и фосфора биомассой растений разработана на основе конкретного сорта и вида ивы (Волмянка *Salix alba* L.) и почвенной разности (дерново-подзолистая, развивающаяся на песчанисто-лессовидном суглинке, подстилаемом моренным суглинком). В диссертационной работе не представлена информация каким образом модель может быть адаптирована для других объектов и видов почв.

5. В главе 2, разделе 2.1.2 «Характеристика водного объекта» диссертации динамика содержания аммоний-иона, нитрат-иона и фосфат-иона в воде пруда Волма представлена только за 2011 г. В то время как полевой опыт в Дзержинском районе, Минской области проводился на протяжении 2011–2016 гг.

Указанные замечания не влияют на сделанные автором выводы и положения, выносимые на защиту, и ни в коей мере не снижают научную ценность и практическую значимость представленной работы.

Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Представленная диссертация является законченным квалифицированным научным исследованием. Диссертация проверена на корректность использования заимствованных материалов. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации. Оформление диссертационной работы соответствует необходимым требованиям.

Анализ диссертационной работы Бутько А.А., а именно: новизна, теоретическая и практическая значимость, апробация и использование

результатов исследований, освещение результатов в научной печати свидетельствует о высокой научной квалификации диссертанта.

Актуальность темы, использованные методы исследований, полученные результаты и их представление соответствуют требованиям п. 19–20 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь, утвержденного Указом Президента Республики Беларусь от 17.11.2004 № 560 (в редакции Указа Президента Республики Беларусь от 02.06.2022 № 190).

По материалам диссертационной работы опубликовано 29 работ (6,8 авторских листа), из которых 7 статей в рецензируемых журналах, входящих в перечень научных изданий Республики Беларусь, утвержденный ВАК, и зарубежных научных изданиях; принято участие в 17 научных форумах разного уровня.

Новизна и практическая значимость полученных результатов работы подтверждена уведомлением о регистрации изобретения.

На основании вышесказанного считаем, что научная квалификация Бутько Андрея Анатольевича соответствует степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология.

Отзыв составлен на основании обсуждения диссертационной работы Бутько А.А. «Эколого-биологическое обоснование использования насаждений ивы белой (*Salix alba* L.) в качестве природных фильтров для минимизации загрязнения водных экосистем биогенными элементами», устного доклада соискателя, отзыва эксперта и одобрен на заседании научного семинара лесохозяйственного факультета учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» от 27 декабря 2023 г. (протокол № 1).

Эксперт оппонирующей организации – заведующий кафедрой лесных культур и почвоведения, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Ребко С.В. – назначен приказом ректора учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» № 613 от 15.12.2023 г.

В работе семинара принимали участие 16 человек, в том числе 15 человек, имеющие ученые степени: кандидатов биологических наук – 5 (О.В. Бахур, А.И. Блинцов, Н.П. Ковбаса, Н.К. Крук, В.А. Ярмолович), кандидатов сельскохозяйственных наук – 9 (В.К. Гвоздев, И.Ф. Ерошкина, А.С. Клыш, Л.Ф. Поплавская, А.А. Пушкин, С.В. Ребко, И.В. Соколовский, А.В. Юрения, Н.И. Якимов), кандидатов технических наук – 1 (М.К. Асмоловский). Без ученой степени – 1 (Митренков А.М.).

В голосовании приняли участие специалисты, имеющие ученую степень – всего 15 человек, в том числе 15 кандидатов наук.

Результаты голосования: «за» – 15, «против» – нет, «воздержались» – нет.

Отзыв принят открытым голосованием единогласно.

Выражаем согласие на размещение отзыва оппонирующей организации на диссертационную работу Бутько Андрея Анатольевича «Экологобиологическое обоснование использования насаждений ивы белой (*Salix alba* L.) в качестве природных фильтров для минимизации загрязнения водных экосистем биогенными элементами» на официальном сайте государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларусь» в глобальной сети Интернет.

Председатель научного семинара,
доцент кафедры лесных культур
и почвоведения БГТУ,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Гвоздев

В.К.Гвоздев

Эксперт,
заведующий кафедрой лесных культур
и почвоведения БГТУ,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Ребко

С.В.Ребко

Секретарь научного семинара,
доцент кафедры лесных культур
и почвоведения БГТУ,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент



А.В.Юреня

Подпись Гвоздев В.К.	Ребко С.В., Юреня А.В.
Свидетельствую: Начальник отдела кадров БГТУ	<i>[Handwritten signature]</i>
«27» 12 2023	