

УТВЕРЖДАЮ

**Первый проректор по
стратегическому развитию и науке
Федерального государственного
автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Северный (Арктический)
федеральный университет имени
М.В. Ломоносова»**

доктор технических наук, доцент

Марьяндышев

Павел Андреевич



«3» июня 2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» (САФУ) на диссертационную работу **Захарова Павла Сергеевича «Композиты на основе эфиров целлюлозы для производства биоразлагаемой тары с эффектом подкормки»**, представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины.

Актуальность темы диссертационной работы.

Диссертационная работа Захарова Павла Сергеевича посвящена разработке технологии и совершенствованию качества биоразлагаемых материалов на основе эфиров целлюлозы и лигноцеллюлозных наполнителей для создания биоразлагаемой тары для посадочного материала с эффектом подкормки, что являются важным и актуальным при решении задачи снижения загрязнения окружающей среды путём использования возобновляемого растительного сырья, а также возрастающим спросом на биоразлагаемую тару, необходимую для высадки деревьев и реализации проектов по лесовосстановлению, озеленению и рекультивации нарушенных территорий.

Современные тенденции предусматривают переход к использованию биоразлагаемых полимерных и композиционных материалов. Техническая целлюлоза и ее производные, а также компоненты биомассы дерева обладают, наряду с волокнистой структурой, свойством биоразлагаемости, что создает

предпосылки к их использованию в качестве компонента в материалах на основе синтетических полимеров.

Достижение заданных показателей материалов, используемых при посадочных работах при лесовосстановлении и в сельскохозяйственном производстве, как по уровню механических свойств, так и по степени биоразлагаемости, является важной и актуальной задачей.

Цель и задачи диссертационной работы сформулированы в соответствии с темой диссертации и направлены на разработку технологий получения материалов для посадочных работ, при использовании в качестве полимерной матрицы эфиров природного полимера целлюлозы, получаемого из растительного сырья, в сочетании с биоразлагаемыми наполнителями, получаемыми из отходов деревообработки. Изделия из данных материалов способны выполнять не только функцию транспортной тары, но и обладающей эффектом удобрения пролонгированного действия (подкормки).

В связи с этим, тему диссертационной работы следует признать актуальной.

Новизна исследований и полученных результатов заключается в том, что на основании проведенных многочисленных экспериментов впервые установлены количественные закономерности по влиянию композиции материала для посадочных работ на основе смесей целлюлозных искусственных (эфиры целлюлозы) и лигноцеллюлозных природных полимеров (древесная мука) на физико-механические свойства, биоразлагаемость и эффект подкормки компонентами минеральных удобрений.

Автором впервые установлены закономерности влияния вводимых в полимерный материал на основе эфиров целлюлозы, полиакрилата натрия (ПАН), NPK-удобрения и древесной муки на степень биоразложения, водоудерживающие, физико-механические свойства и эффект подкормки разрабатываемых материалов, планируемых для использования в качестве тары для посадочных материалов.

Показано, что найденное оптимальное сочетание природных и искусственных целлюлозосодержащих компонентов, а также вводимых минеральных и полимерных добавок, дает дополнительный синергетический эффект в отношении развития эффекта подкормки пролонгированного действия.

В результате исследований установлены величины, пределы варьирования и закономерности изменения свойств разрабатываемых материалов при их целевом использовании. Установлены зависимости характеристик качества материалов от содержания компонентов.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Представленные результаты основываются на большом экспериментальном материале, полученном в лабораторных условиях при исследовании влияния рецептуры на свойства разрабатываемого продукта. Достоверность результатов исследования обеспечена использованием апробированных теоретических положений, репрезентативными сериями экспериментов с привлечением аттестованных средств измерения, использованием апробированных базовых математических моделей и методов планирования эксперимента. Полученные автором в лабораторных условиях результаты реализованы на производстве, что подтверждено актом о принятии к внедрению на ООО «Генезис».

При изучении свойств и характеристик качества разрабатываемых материалов использованы стандартные и современные методы исследований.

Соответствие характеристик качества образцов материалов, полученных по предложенной автором технологии, предъявляемым требованиям, свидетельствует о достоверности полученных результатов и обоснованности научных положений, высказанных автором.

Значимость для науки и производства результатов, полученных автором данной диссертационной работы:

Результаты исследования материалов на основе искусственных (целлюлоза и ее производные) полимеров, при введении в состав растительной биомассы (древесной муки), а также целевых компонентов (ПАН, NPK-удобрения) в регулируемых соотношениях и полученные регрессионные модели, описывающие данные процессы, позволили рассчитать рецептуры и параметры получения материалов и изделий с заданным уровнем физико-механических свойств, определить режимы ведения процесса и дать рекомендации для повышения эффективности процессов при получении продуктов, обладающих способностью к биоразложению.

Предложен метод регулирования степени биоразложения материалов на основе ацетата целлюлозы и этилцеллюлозы путём изменения содержания полиакрилата натрия и древесной муки в соответствии с разработанной математической моделью влияния компонентного состава на свойства материала

Результаты диссертационной работы являются полезными при промышленном производстве биоразлагаемой тары, необходимой для высадки деревьев и реализации проектов по лесовосстановлению, озеленению и рекультивации нарушенных территорий. Особую важность представляет выявленный эффект подкормки пролонгированного действия, что делает данные материалы перспективными для производства транспортных средств для посадочных материалов.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результатом проведенных исследований является разработанная технологическая схема получения изделий методом литья под давлением из материалов с полимерными фазами эфиров целлюлозы, обладающими водоудерживающими свойствами и эффектом подкормки;

Предложенный метод регулирования степени биоразложения разработанных материалов, заключающийся в изменении содержания полиакрилата натрия и древесной муки в образце, согласно разработанной математической модели влияния компонентного состава на свойства материала. Получен патент на полезную модель «Горшочек для выращивания рассады».

Апробация разработанных решений проведена в опытно-промышленных условиях на ООО «Генезис», г. Екатеринбург.

Полученные результаты вносят значительный вклад в теорию и практику производства многокомпонентных материалов на основе полимерных компонентов, получаемых из древесины, а также могут служить базой для дальнейших исследований по применению данных материалов в лесовосстановлении.

Замечания по содержанию диссертации:

По диссертационной работе Захарова Павла Сергеевича имеются следующие замечания, количество которых связано с высоким интересом, который работа вызвала:

1) В названии работы необходимо уточнение, тара для какого назначения исследована. В результате при прочтении названия возникает неопределенность.

2) В последнем разделе литературного обзора не представлены задачи, которые поставлены на основании выводов по аналитическому обзору.

3) В диссертации по научной специальности, связанной с переработкой древесины, исследовано применение в композиции разрабатываемого материала широкого ряда искусственных и синтетических полимеров, но только один вид древесной муки (ДМ-180 из хвойных пород). Автору следовало более подробнее пояснить, почему именно этот вид древесной муки был выбран.

4) Автором в проведенных многочисленных экспериментах исследован очень широкий спектр свойств каждого получаемого продукта. Вместе с тем, для разрабатываемого материала требуется определить приоритетные свойства, и минимальный уровень сопутствующих свойств. И соответствующим образом выполнить оптимизацию композиции и привести рекомендуемую рецептуру композита.

5) При разработке материалов с регулируемым биоразложением, не исследован состав материалов после заданного срока испытаний, связанных с биостойкостью. Напрашивается вопрос, какие из исходных компонентов материала остаются в неизменном состоянии и какие перспективы их биоразложения.

6) В разделе 3.5 диссертации при оценке эффективности применения NPK-удобрения в разрабатываемом материале, в тексте, в таблицах и рисунках требуется уточнение, что анализируется именно электрическое сопротивление.

7) При упоминании необходимости лесовосстановления, апробация поведения разработанной тары проведена на травянистых растениях. Как результаты, полученные для редьки масличной, можно перенести на выращивание древесины?

8) Как автор может объяснить результаты, показывающие, что потеря массы составляет величину выше 100 %, рис. 4.12 диссертации, рис.27 автореферата?

9) Фитомасса высушенных побегов *Raphanus sativus oleiformis*, (таблица 3.21) составляет от 32 до 45 % от массы исходных выращенных побегов. Как автор объясняет такую величину и такой разброс содержания сухого вещества в побегах?

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.

Диссертационная работа Захарова Павла Сергеевича является целостной и законченной научно-квалификационной работой, обладает научной новизной и практической значимостью и представляет собой завершенное исследование, выполненное на высоком научном уровне. Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы подтверждается 21 публикацией автора, и представлением результатов диссертационного исследования на научных мероприятиях.

Высказанные замечания не снижают научной ценности выполненной работы. Автореферат и опубликованные статьи отражают ее основное содержание. Содержание работы соответствует заявленной специальности. Актуальность темы, степень обоснованности выводов и научных положений работы, достоверность и новизна результатов позволяют заключить, что диссертация Захарова Павла Сергеевича «Композиты на основе эфиров целлюлозы для производства биоразлагаемой тары с эффектом подкормки», представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена актуальная задача

повышения эффективности использования материалов на основе продуктов переработки древесины путем придания им специфических свойств, соответствующих их целевому назначению, и снижения нагрузки на окружающую среду, способствуя развитию лесохимического комплекса.

Диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 16.10.2024 г.), предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а её автор Захаров Павел Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины.

Диссертация Захарова П.С. рассмотрена на заседании кафедры целлюлозно-бумажных и лесохимических производств Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова (протокол №8 от 16.05.2025).

Отзыв составил:

Профессор кафедры ЦБЛХП,
доктор технических наук (специальность 05.21.03), профессор



Казаков Я.В.

Казаков Яков Владимирович, профессор кафедры целлюлозно-бумажных и лесохимических производств

163002, г. Архангельск, Набережная Северной Двины, 17

Тел. (8182) 21 61 82; +7 911 564 90 41 E-mail: j.kazakov@narfu.ru

