

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ
ОМЕЛЫ БЕЛОЙ (*VISNUM ALBUM*) С ПОЛУЧЕНИЕМ
ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ
ЭКСТРАКТОВ**

**Никитчук А.А., Радостовец А.В., Полещук Е.В., студенты
Научный руководитель Тыновец С.В.
Полесский государственный университет, Беларусь**

Исследована способность гидратированной биомассы листьев и мякоти ягод омелы белой к образованию нитевидных волокон при механическом растяжении. Визуализирована микроструктура нитей. Качественными реакциями в этанольном экстракте подтверждено присутствие сапонинов и флавоноидов. Обоснована перспектива переработки отходов в волокнистые материалы и биоактивные экстракты.

*Ключевые слова: омела белая, *Viscum album*, растительные отходы, утилизация биомассы, натуральные волокна, сапонины, флавоноиды, фитохимический анализ, зеленая экономика, инженерная экология.*

Введение. Омела белая (*Viscum album* L.) представляет собой вечнозеленый кустарниковый полупаразит, поражающий широкий спектр лиственных и хвойных пород деревьев. В условиях городской среды Республики Беларусь наблюдается тенденция к расширению ареала распространения данного вида, что создает дополнительную нагрузку на зеленый фонд населенных пунктов и требует проведения регулярных санитарных рубок и обрезки крон [2]. Образующаяся при этом растительная масса фактически не вовлекается во вторичный хозяйственный оборот. Традиционные методы обращения с такими отходами сводятся к компостированию, вывозу либо низкоэффективному сжиганию.

Подобный подход вступает в противоречие с базовыми положениями Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 года, в которой одним из приоритетных направлений декларируется максимальное использование вторичных материальных ресурсов и внедрение малоотходных технологических процессов [1]. С точки зрения инженерной экологии, фитомасса омелы должна рассматриваться не как обременительный отход, требующий затрат на захоронение, а как потенциальное возобновляемое сырье, содержащее комплекс ценных химических соединений [3][6][8].

В научной литературе имеются разрозненные сведения о присутствии в тканях омелы сапонинов, флавоноидов, лектинов и вискотоксинов, обладающих поверхностно-активными, антиоксидантными и иными

биологическими свойствами [7]. Однако данные о структурно-механических характеристиках биомассы и возможности ее переработки с получением волокнистых полуфабрикатов практически отсутствуют.

Целью данной работы являлась инженерно-экологическая оценка потенциала переработки вегетативных отходов омелы белой для извлечения полезных компонентов и изучение способности сырья к волокнообразованию в условиях простейшей водно-механической обработки.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования служила свежая вегетативная масса омелы белой (листья и молодые побеги), собранная в зимний период 2026 года с древесных пород, произрастающих на территории Полесского государственного университета г. Пинска. Видовая принадлежность подтверждена морфологическими признаками согласно определителю высших растений Беларуси.

Подготовка листового сырья. Подсушенные листья измельчали с помощью ножевой мельницы до пылевидной фракции. Полученный порошок заливали водой комнатной температуры в соотношении 1:1,5 и выдерживали в течение 30 минут. По истечении указанного времени фильтровали. Влажную массу аккуратно извлекали с поверхности фильтра и перемещали в стеклянную посуду. После этого небольшое количество массы помещали между большим и указательным пальцами и выполняли серию растирающих движений с медленным разведением пальцев в противоположные стороны. Визуально при этом наблюдалось образование тонких, коротких нитей длиной до нескольких миллиметров (рис. 1).



Рисунок 1 – Тонкие нити, образующиеся при раздвижении пальцев

Подготовка ягодного сырья. Свежие ягоды омелы белой помещали в дистиллированную воду, подогретую до температуры 40–50 °С, и выдерживали в течение 15 минут. Термическое воздействие способствовало

размягчению наружной оболочки и облегчало последующее механическое вскрытие. После замачивания ягоды вскрывали, извлекали внутреннюю мякоть (мезокарпий) и подвергали её механическому растяжению. В процессе растяжения наблюдалось формирование тонких, эластичных нитей около 20 см (рис. 2).



Рисунок 2 – Мезокарпий ягоды омелы, растянутый в нить механическим путём

Микроскопическое исследование. Структуру нитей, полученных как из листовой массы, так и из мякоти ягод, изучали методом световой микроскопии. Образцы помещали на предметное стекло, накрывали покровным стеклом и рассматривали в проходящем свете. Микрофотографии полученных структур представлены на (рис. 3). Установлено, что нити представляют собой вытянутые вдоль оси растяжения волокнистые образования, иногда свитые в неплотные спирали или имеющие лентообразную форму.

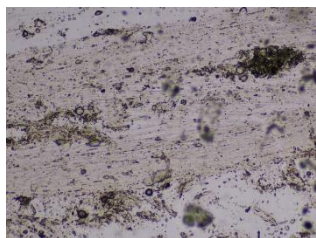


Рисунок 3 – Структура нитей под микроскопом

Приготовление экстракта и фитохимический скрининг. Листья омелы белой (5 г) растирали в фарфоровой ступке до гомогенного состояния. К полученной массе добавляли 10 мл этилового спирта (96 %) и настаивали в

течение 40 минут при периодическом перемешивании. Экстракт отфильтровывали через бумажный фильтр для удаления твердых частиц.

1. *Качественная реакция на сапонины.* В чистую стеклянную пробирку вносили 2 мл этанольного экстракта и добавляли равный объем (2 мл) дистиллированной воды. Содержимое пробирки интенсивно встряхивали вручную в течение 15 секунд до образования пены (рис. 4). Результат оценивали по высоте и устойчивости образовавшейся пены [8].



Рисунок 4 – Образовавшаяся пена после встряхивания

2. *Качественная реакция на флавоноиды (с хлоридом железа (III)).* Во вторую пробирку с 1 мл экстракта добавляли 3–4 капли 5%-го водного раствора $FeCl_3$. Изменение окраски фиксировали визуально (рис. 5).



Рисунок 5 – Изменение окраски

Результаты и их обсуждение.

Реологическое поведение гидратированной массы. В ходе эксперимента установлено, что при растяжении предварительно замоченной и отжатой массы из листьев омелы наблюдается образование тонких, эластичных нитей длиной

от 2 до 20 мм. Время нахождения сырья в воде оказывает влияние на выход и качество волокон. При настаивании в течение 30 минут нити образовывались фрагментарно и легко рвались. При увеличении времени до 60 минут количество формирующихся нитей заметно возросло, они становились более длинными и пластичными на разрыв.

Микроскопическое исследование показало, что они представляют собой вытянутые вдоль оси растяжения волокна, иногда свитые в неплотные спирали. Механизм данного явления может быть связан с частичным набуханием и гидролизом пектиновых веществ срединных пластинок растительной ткани, что приводит к высвобождению целлюлозных микрофибрилл или к коагуляции присутствующих в растении природных полимерных соединений под действием сапонинов. Данное наблюдение имеет прикладное значение: полученная волокнистая масса может служить сырьем для изготовления биоразлагаемых армирующих наполнителей в композиционных материалах либо нетканых технических полотен, что полностью соответствует принципам «зеленой» экономики [5].

Фитохимический анализ. При энергичном встряхивании водно-спиртовой смеси в первой пробирке наблюдалось обильное пенообразование. Слой устойчивой мелкопузырчатой пены сохранялся на поверхности жидкости более 3 минут. Полученная пена является классическим подтверждением присутствия в сырье тритерпеновых сапонинов [4][8]. Наличие ПАВ-компонентов в экстракте омелы открывает перспективу его использования в качестве основы для экологически мягких моющих композиций или эмульгаторов, что может быть альтернативой синтетическим тензидам.

Добавление раствора хлорида железа (III) вызвало мгновенное изменение окраски раствора со светло-желтой на интенсивный черно-зеленый оттенок. Данная цветовая реакция специфична для фенольных соединений флавоноидной природы, которые способны образовывать с ионами Fe^{3+} окрашенные хелатные комплексы [7][9]. Полученный результат свидетельствует о значительном содержании в биомассе омелы веществ с выраженной антиоксидантной активностью.

Заключение. Выполненное исследование подтверждает гипотезу о том, что вегетативные отходы омелы белой, образующиеся при санитарной очистке насаждений, являются ценным вторичным сырьем для малотоннажной химической переработки. Экспериментально доказана способность гидратированной листовой массы к формированию полимерных нитей, что может быть использовано при разработке биоразлагаемых волокнистых материалов. Качественный фитохимический анализ подтвердил наличие в составе сырья сапонинов и флавоноидов, что создает предпосылки для получения технических экстрактов с поверхностно-активными и

антиоксидантными свойствами. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию условий экстракции, количественное определение выхода целевых компонентов и разработку принципиальной технологической схемы комплексной утилизации биомассы омелы в условиях городского хозяйства.

Литература:

1. Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://economy.gov.by/uploads/files/ObsugdaemNPA/NSUR-2035-1.pdf>. – Дата обращения: 05.04.2026.
2. Земскова, Л. А. Лимитирующие факторы распространения *Viscum album L.* и биоиндикационные характеристики биомассы адвентивного вида в Брянской области / Л. А. Земскова, В. М. Нестеренко, Л. Н. Анищенко // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2025. – Т. 33, № 3. – С. 268–283.
3. Аджихметова, С. Л. Компонентный состав и некоторые особенности биологической активности *Viscum album (Viscaceae)* / С. Л. Аджихметова, Н. М. Червонная, Д. И. Поздняков [и др.] // Растительные ресурсы. – 2023. – Т. 59, вып. 3. – С. 228–248.
4. Муравьева, Д. А. Фармакогнозия : учебник / Д. А. Муравьева, И. А. Самылина, Г. П. Яковлев. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Медицина, 2002. – 656 с.
5. Вавилов, А. В. Топливо из нетрадиционных энергоресурсов / А. В. Вавилов. – Минск : СтройМедиаПроект, 2014. – 80 с.
6. Федураев, П. В. Оценка метаболического профиля *Viscum album L.* в условиях урбанизированной среды / П. В. Федураев [и др.] // Plants. – 2022. – Vol. 11, Iss. 23. – Art. 3280.
7. Омела белая: полезные свойства и применение // Справочник лекарственных средств Видаль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vidal.ru/encyclopedia/travnik/omela-belaya>. – Дата обращения: 07.04.2026.
8. Государственная фармакопея Республики Беларусь. В 2 т. Т. 1. Общие методы контроля качества лекарственных средств / под общ. ред. А. А. Шерякова. – Молодечно : Победа, 2012. – 1220 с.
9. Атлас лекарственных растений России / под ред. В. А. Быкова. – М. : Изд-во РУДН, 2021. – 480 с.