

УДК: 630*37

ТОПЛЯКОВАЯ ДРЕВЕСИНА – РЕСУРС ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОУДОБРЕНИЙ

Куницкая Ольга Анатольевна

Доктор технических наук, профессор, Арктический государственный агротехнологический университет, г. Якутск, Россия
e-mail: ola.ola07@mail.ru

Григорьев Игорь Владиславович

Доктор технических наук, профессор, Арктический государственный агротехнологический университет, г. Якутск, Россия

Николаев Вячеслав Владимирович

Аспирант, Арктический государственный агротехнологический университет г. Якутск, Россия

Лавров Фрументий Фрументьевич

Аспирант, Арктический государственный агротехнологический университет г. Якутск, Россия

Аннотация. В статье уделено внимание анализу данных о топляковой деструктированной древесине, полученных в результате ее натурного обследования. Рассмотрены вопросы химического и биологического состава древесины, после длительного нахождения в реке. Предложены варианты ее использования в качестве биологических удобрений для повышения плодородия и аэрирования гумусного слоя почвы в сельском хозяйстве. Работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства» Арктического государственного агротехнологического университета. Часть материалов работы получена при выполнении исследований по гранту Российского научного фонда № 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092/>.

Ключевые слова: топляковая древесина, натурные исследования топляковой древесины, биодеструкция древесины, удобрения для сельского хозяйства.

COTTONWOOD IS A RESOURCE FOR OBTAINING BIOFERTILIZERS**Kunitskaya Olga Anatolyevna**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Arctic State Agrotechnological University
Yakutsk, Russia
e-mail: ola.ola07@mail.ru

Grigorev Igor Vladislavovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Arctic State Agrotechnological University
Yakutsk, Russia

Nikolaev Vyacheslav Vladimirovich

Postgraduate student, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia

Lavrov Frumenty Frumentievich

Postgraduate student, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia

Abstract. The article focuses on the analysis of data on toplake degraded wood obtained as a result of its in-situ examination. The issues of chemical and biological composition of wood after prolonged exposure to the river are considered. Variants of its use as biological fertilizers for increasing fertility and aerating the humus layer of the soil in agriculture are proposed. The work was carried out within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of the logging industry and forestry" of the Arctic State Agrotechnological University. Some of the materials of the work were obtained during research under the grant of the Russian Science Foundation No. 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092/>.

Keywords: firewood, field studies of firewood, biodegradation of wood, fertilizers for agriculture.

ВВЕДЕНИЕ. В силу климатических особенностей и географического положения территории Республики Саха (Якутии), в период паводков и таяния льдов, а также в результате естественного процесса оползней береговой части, эрозии почвогрунтов, разрушения лесных участков значительное количество древесины оказывается в руслах рек.

При этом топляковая древесина представляет собой не только экологическую проблему, но и ценный вторичный ресурс, который может быть использован в энергетике, производстве мебели, получении устойчивого к биодеструкции древесного материала [1-5]. Её переработка может стать перспективным направлением для развития малых и средних производств в удалённых районах. В

статье приведен анализ потенциала тополяковой древесины как ресурса для получения целевых продуктов значимых для народного хозяйства.

Древесина, находившаяся длительное время в водной среде, известна как тополяковая или морёная. Она представляет собой особый вид древесного сырья, формирующийся в результате многолетнего пребывания под водой – как правило, в озёрах, реках, болотах или морских заливах. Воздействие воды и минеральных веществ, содержащихся в иле, песке и донных отложениях, приводит к значительным физико-химическим изменениям структуры древесины, что может придать ей повышенную прочность, стойкость к гниению и уникальные эстетические качества [6]. Однако при длительном пребывании в воде в неблагоприятных условиях древесина подвергается значительной биологической деструкции снижая ее физико-механические свойства, как конструкционного и декоративного материала.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Материалы для данной статьи были получены в результате натурного исследование состояния тополяковой древесины.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Натурное обследование запасов и состояния тополяковой древесины проводилось в Томской области на земельных участках на береговой зоне реки. На части береговой линии обследуемого участка произрастет древесно-кустарниковая растительность, служащая естественным препятствием для заноса на него древесины непосредственно из основного русла реки.



Рис. 1. Часть береговой линии обследуемого участка защищена древесно-кустарниковой растительностью

На участках находятся большие кострыщиеся кучи круглых лесоматериалов, внешний вид которых позволяет утверждать, что они сформированы из поднятого тополя. Древесина значительно деструктирована, что позволяет утверждать о ее затоплении более 15 лет назад.



Рис. 2. Поднятая со дна топляковая древесина



Рис. 3. Береговая зона, засоренная топляковой деструктированной древесиной

В реках, где ранее использовался лесосплавной способ транспортировки древесины остается значительное количество затопленной древесины [7, 8], не годной для использования в хозяйственных целях (Рис. 4).



Рис.4. Засорение русла реки топляковой древесины

На топляке, образующем кучи на береговой зоне степень биологической деструкции соответствует состоянию бревен, находящихся на всех обследуемых участках. Это позволяет утверждать, что все они имеют примерно равный срок происхождения – 15 лет и более.

Перечетная ведомость обнаруженных на обследуемом участке бревен представлена в таблице 1. Для определения объема бревен принят метод серединного сечения (диаметр посередине длины), что позволило использовать формулу для определения объема цилиндра.

Таблица 1

Перечетная ведомость обнаруженных на обследуемом участке бревен

№	Длина, м	Диаметр, м	Объем, м ³	Степень биологической деструкции
1	4,1	0,39	0,49	сильная
2	4,6	0,28	0,28	сильная
3	4,4	0,18	0,11	сильная
4	4,05	0,14	0,06	сильная
5	5,6	0,12	0,06	сильная
6	1,1	0,12	0,01	сильная

7	5,0	0,16	0,10	сильная
8	4,5	0,12	0,05	сильная
9	3,3	0,22	0,13	сильная
10	2,0	0,12	0,02	сильная
11	3,0	0,18	0,08	сильная
12	4,3	0,32	0,35	сильная
13	1,4	0,14	0,02	сильная
14	4,0	0,12	0,05	сильная
15	2,7	0,18	0,07	сильная
16	5,0	0,24	0,23	сильная
17	3,4	0,14	0,05	сильная
18	1,6	0,16	0,03	сильная
19	2,1	0,2	0,07	сильная
20	3,6	0,16	0,07	сильная
21	7,75	0,22	0,29	сильная
22	4,0	0,2	0,13	сильная
Всего		2,75		

Степень биологической деструкции данной древесины позволяет отнести ее к мусорной - отходам, поскольку никакой товарной ценности (включая использование в энергетических целях), она не представляет.





Рис. 5. Внешний вид спилов с тополяковой древесины

Исследование данных образцов (рис. 5) и сколов в лабораторных условиях позволило утверждать, что вся анализируемая древесина имеют в своей структуре значительное количество песка, очевидно попавшего в них во время продолжительного нахождения в воде.

Динамика биологической деструкции древесины зависит от большого числа факторов – продолжительность нахождения в воде, температура, особенности водной биоты, продолжительность обсыхания древесины на берегу, порода древесины, и т.д. В результате лабораторных исследований были выделены микроорганизмы Актиномицеты родов *Streptomyces* и *Streptosporangium* [9]. Это грамположительные бактерии, которые распространены преимущественно в почве, а также в водоёмах и утилизируют целлюлозу, гемицеллюлозы и частично лигнин из древесины. В пробах деструктированной тополяковой древесины обнаружены значительные колонии этих микроорганизмов не менее 765 тыс. КОЕ/г. Это свидетельствует о значительной биодеструкции и о длительном периоде нахождения древесины в воде и активном иле – донных отложениях.



Рис. 6. Колонии Актиномицетов рода *Streptomyces* и *Streptosporangium*

Анализ химического состава топляковой древесины показал, что древесина, пролежавшая в реке более 15 лет имеет показатели содержания целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина значительно ниже, чем свежесрубленная или мореная. Результаты стандартного исследования химического состава поврежденной древесины [10] приведены в Таблице 2.

Таблица 2

Результаты химического анализа неповрежденной сухой древесины и деструктированной в результате длительного воздействия воды

№	Показатель	Образец хвойной древесины	Деструктированная древесина (более 15 лет в пресной воде реки)
1	Целлюлоза, %	55,6	45, 1
2	Лигнин, %	29,6	27,5
3	Экстрактивные вещества, %	21,3	0,23
4	Зольность, %	0,18	0,31
5	Теплотворная способность (Ккал/кг)	1995	550

Исходя из выполненных натурных исследований и лабораторных анализов очевидно, что исследуемые объемы поднятой их реки древесины не могут быть использованы для производства товарной продукции из древесины с высокими физико-механическими свойствами, а также в качестве биологического топлива - дров, топливных брикетов, пеллет, топливного этанола.

Однако, при разложении древесины биологическими агентами происходит превращение сложных органических веществ в более простые ростовые минеральные компоненты, что позволяет использовать этот процесс для образования гумуса, т.е. применить эту древесину для получения биологических удобрений с целью повышения плодородия почвы.

Для получения биоудобрений из гнилой топляковой древесины необходимо выполнить подготовительные операции измельчения древесины.

В качестве измельчителя при небольших объемах предлагается использовать мобильную машину GreenPing WC750 на прицепе.



Рис. 7. Мобильная рубительная машина GreenПинг WC750 на прицепе

При значительных объемах работ по подъему из воды и переработке древесины следует использовать измельчители на базе тракторов, форвардеров.



Рис. 8. Самоходная рубительная машина, на базе форвардера

Загрузка измельченной древесины осуществляется в емкости с возможностью аэрации (перемешивания) с целью разложения органических компонентов микробиотой и недопуска загнивания из-за возникновения внутреннего перегрева.



Рис. 9. Емкость с мешалкой

При больших объемах выкапываются ямы для перегнивания измельченной древесины. Перемешивание осуществляется ручным способом 1 раз в 2-3 дня.

Во время загрузки в емкости или в ямы древесного сырья для ускорения процесса необходимо добавить около 1% карбамида, при использовании свежих опилок из не биологически деструктированной древесины минимальная добавка карбамида составляет около 5-10 процентов в зависимости от влажности, свежести и фракции опилок. Уменьшение количества добавляемого азота происходит за счет того, что в гнилой древесине уже содержатся микроорганизмы, разлагающие древесину, а питательная среда для их жизнедеятельности уже подготовлена. При использовании опилок из свежей древесины азот и другие минеральные вещества позволяют ускорить процесс разложения измельченной древесины микроорганизмами. Кроме того, если использовать в качестве удобрения свежие опилки, то в почве резко снижается содержание азата, который необходим микробиоте для метаболизма – прироста биомассы.

Продолжительность созревания удобрений в емкости при аэрировании составит 1-3 недели, а в отвалах от 15 дней до месяца в зависимости от температуры окружающей среды. Это почти в два раза меньший период, чем при использовании

в качестве сырья свежих опилок. Для компактного хранения, перемещения и ergonomики применения удобрений возможно использование в технологической линии экструдера или фильтр-пресса.

ВЫВОДЫ. Применения биологических удобрений из тополяковой древесины в сельском и лесном хозяйстве будет способствовать улучшению качественных критериев гумусного слоя почвы, так как в них содержатся большие концентрации микроорганизмов, позволяющих разлагать органические вещества в минеральные [11, 12]. А также позволяют улучшить условия аэрации, создавая благоприятные условия для жизнедеятельности аэробных микроорганизмов и лимитируя размножение патогенной микрофлоры. Кроме того, режим достаточной аэрации почвы позволит максимально быстро доставлять кислород и ростовые вещества к корневой системе растений.

Литература

1. Корпачев В.П., Пережилин А.И., Андрияс А.А., Шункова Н.О., Владыкин Е.А. Оценка объемов тополяковой древесины в реке Енисей на участке от Усть-Маны до Красноярска // Хвойные бореальной зоны. 2019. Т. 37. № 2. С. 117-121.
2. Гудаева Е.А., Шункова Н.О. Проблема утилизации тополяковой древесины // Хвойные бореальной зоны. 2020. Т. 38. № 1-2. С. 24-27.
3. Мигранова И.Г., Сафарова В.И., Фатьянова Е.В., Бикметова З.Ф. Анализ отдаленных последствий загрязнения водных объектов тополяковой древесиной на примере реки Юрюзань // Защита окружающей среды от экотоксикантов: международный опыт и российская практика. Материалы VI Международной научно-технической конференции, посвященной 20-летию кафедры «Прикладная экология» УГНТУ. Уфа, 2024. С. 36-38.
4. Жук А.Ю. Использование "бесхозной" древесины, находящейся в прибрежных акваториях и береговой зоне водохранилищ // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2014. № 38. С. 219-223.
5. Жук А.Ю., Сорокин Д.А. Экономические предпосылки освоения "бесхозной" древесины, находящейся в прибрежных акваториях и береговой зоне водохранилищ // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2014. Т. 1. С. 319-322.
6. Челышева И.Н., Гилева К.В., Жук А.Ю. Обоснование некоторых параметров модификации затопленной древесины сосны // Системы. Методы. Технологии. 2017. № 1 (33). С. 113-117.
7. Жук А.Ю. Технология комплексного освоения древесины в акватории и береговой зоне озер и водохранилищ // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2014. Т. 1. С. 323-326.

8. Поздеев А.Г., Кузнецова Ю.А., Волдаев М.Н., Тюлькин К.В. Обоснование параметров средств сбора древесного плавника и затонувшей древесины на акваториях водохранилищ гидроузлов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. 2024. № 2. С. 78-89.
9. Емельянова И.З. Химико-технический контроль гидролизных производств. Изд. 2-е, М., «Лесная промышленность», 1976, с. - 328.
10. Азаров В. И., Буров А. В., Оболенская А. В. Химия древесины и синтетических полимеров. СПб: СПБЛТА, 1999. - 628 с.
11. Григорьева О.И. Влияние сильных разреживаний и удобрений на компоненты лесной экосистемы // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2006. № 13. С. 157-160.
12. Мартынов А.Н., Беляева Н.В., Григорьева О.И. Современные проблемы лесовыращивания. Химический и комплексный уход за лесом - Москва: Изд.-полиграф. отд. СПБЛТА, 2008. - 18 с.

© Куницкая О.А., Григорьев И.В., Николаев В.В., Лавров Ф.Ф., 2025