

Возможность использования отходов лесной промышленности для создания биоудобрений

А. В. Абузов, Е. В. Дахова, А.С. Шевчук

Тихоокеанский государственный университет

Аннотация: В работе рассмотрена возможность использования отходов лесной промышленности в качестве основы для создания биоудобрений. Представлены положительные и отрицательные стороны воздействия отходов деревообработки на структурную и биологическую составляющую почвы. Проведен патентный поиск в контексте рассматриваемой темы.

Ключевые слова: опилки, компост, биоудобрения, отходы лесной промышленности, патентный поиск, деревообработка, микроорганизмы.

На территории Дальнего Востока и Сибири сосредоточено около 12% мировых запасов высококачественной древесины [1]. Эти же территории являются лидерами по объему леса внутри страны, что делает лесопромышленный комплекс одним из ведущих в этих регионах. В последнее время данной отрасли коснулись существенные законодательные изменения, ключевыми из которых можно отметить запрет на сжигание отходов лесопиления и запрет на вывоз из России необработанных или грубо обработанных лесоматериалов хвойных и ценных лиственных пород, вступившие в силу с 2022 года, что закономерно приведет к увеличению образования отходов и необходимости их переработки в полезную продукцию [1]. Одновременно с этим стоит отметить развитие и переход промышленности на новые уровни, так за последнее время, на Дальнем Востоке реализовано более десяти приоритетных инвестиционных проектов в области освоения лесов. Отмечается субсидированная помощь, в том числе, согласно Постановления Правительства РФ № 308 от 15. 04. 2014 Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Дальневосточного федерального округа» [2, 3]. Отходы деревообработки и лесозаготовки могут негативно

сказываться на состоянии окружающей среды. Несмотря на то, что согласно Федеральному классификационному каталогу отходов, они относятся к IV-V классу опасности, существует вероятность ухудшения состояния почвы, воды, воздуха, состояния живых организмов, что усугубляется объемами накопления и затрудненностью переработки, в связи с затратами на транспортировку и невысокую социально-экономическую заинтересованность в продуктах переработки. Перечень возможных отходов разнообразен, однако имеет в ряде случаев общие черты, что указано на рис. 1. С учетом вышеописанных нововведений, наиболее эффективным с точки зрения экономики и экологии, будет внедрение технологий по переработке в непосредственной близости от места заготовления, на рисунке цветом обозначены отходы, отвечающие этой позиции.

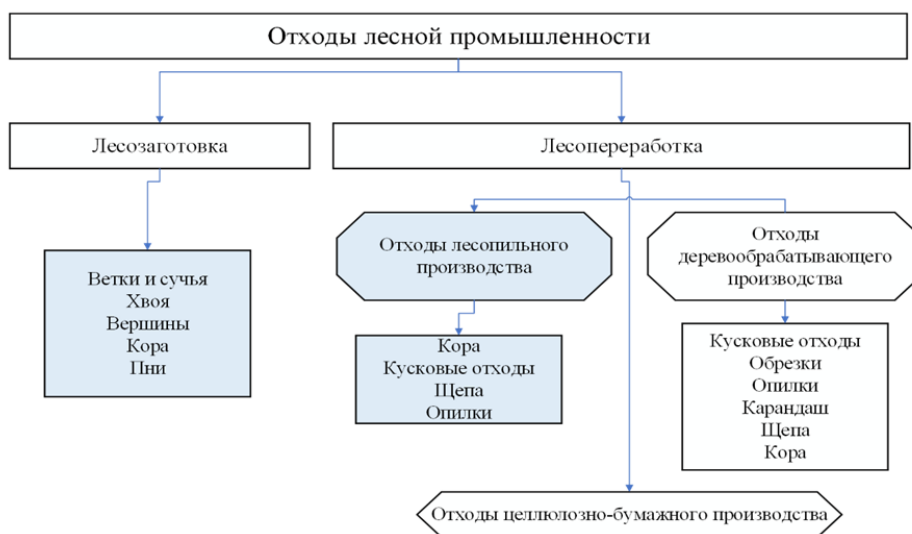


Рис.1. – Основные виды отходов, образующиеся при производстве лесопродукции (по Костылевой С. В., 2016 [4])

Ниже приведен обзор патентов с кратким описанием способа переработки и использования отходов древесины в области биотехнологий (таблица №1), а также обзор основных отечественных патентов в данной сфере за 20 лет (таблица № 2).

Таблица № 1

Патенты отечественных авторов в сфере переработки отходов лесозаготовки и деревообработки

Название / Авторы и год изобретения 1	Краткое описание 2
<p>Способ получения почвосмеси для проращивания семян и развития саженцев RU 2 528 711 С1 Авторы: Ушакова Н. А., Павлов Д. С., Чернуха Б. А., Рыбалов Л. П. Начало действия: 2012.12.12</p>	<p>Приготовление биогумуса бактериальной обработкой (Ферм-КМ, Глиокладин™) увлажненных отходов (кора, опилки). Вермикомпостирование 2-3 мес. Высушивание до влажности 8-10% и смешивание с торфом (10-30% / 90-70%).</p>
<p>Способ приготовления органоминерального удобрения RU 2 270 825 С2 Авторы: Дампилов Б. А., Петунов С. В., Арданов Ч. Е., Отбоев С. С. Начало действия: 2004.02.24</p>	<p>Смешивание отходов деревообработки и отходов животноводства, последующее компостирование смеси. Из отходов формируют бурт. После впитывания жидкой фракции навоза в древесные отходы, производят полное перемешивание смеси до влажности около 70%. В последующем производят периодические обрушения бурта.</p>
<p>Способ переработки отходов окорки лесоматериалов RU2661382С2 Авторы: Гаврилов Т. А., Колесников Г. Н., Карпин В. Ю., Кузьменков А. А., Начало действия: 2016.07.01</p>	<p>Отходы окорки измельчают и смешивают с навозом с/х животных, при соотношении компонентов 35-40/60-65%, полученную смесь нагревают до 60-80°C, после производят аэробную ферментацию смеси при постоянной принудительной аэрации смеси потоком воздуха (60-80°C), с регулированием интенсивности его подачи для поддержания в смеси массового содержания O₂ 10-15%.</p>
<p>Способ утилизации древесных опилок с применением композиции дереворазрушающих микроорганизмов для получения комплексного органоминерального удобрения RU 2 701 942 С1 Авторы: Беловежец Л. А. Начало действия: 2019.02.05</p>	<p>Компостирование опилок с искусственным внесением микроорганизмов. Опилки смешивают с минеральными компонентами в соотношении 100:0,5-3,5, при влажности 55-75%. После процесса нейтрализации в смесь вносят микробиологическую закваску в виде ассоциации дереворазрушающих микроорганизмов, состоящую из смеси дереворазрушающих грибов.</p>
<p>Способ переработки хвойных пород древесины RU 2 744 181 С1 Авторы: Тимофеев М. А. Начало действия: 2020.10.27</p>	<p>Инкубацию яиц мух <i>Hermetia illucens</i> в питательной среде до появления личинок, отделение личинок и заселение ими субстрата хвойных пород древесины, биоконверсию субстрата и отделение биомассы личинок от биогумуса. Производство биомассы и биогумуса происходит напрямую, не требует обработки древесины.</p>

Продолжение таблицы № 2

1	2
Способ получения органического удобрения путем переработки отходов окорки RU 2 752 759 С1 Авторы: Горбатова М. Ю. Начало действия: 2020.11.03	Длительное складирование отходов в условиях естественной влажности при недостатке O_2 в нижних слоях, и куриного помета, с добавлением препаратов, усиливающих разложение органического вещества. Нейтрализация кислотности древесины куриным пометом. Компосты готовят послойно: бурты в поле, близко к расположению короотвала или места хранения помета. После укладки слоя – опрыскивание 10%-ным раствором микробиологического удобрения Байкал ЭМ1.
Способ получения субстрата для выращивания сельскохозяйственных культур на основе модифицированной коры хвойных древесных пород RU2775670С1 Авторы: Семенович А. В., Анискина А. А., Лоскутов С. Р., Пляшечник М. А. Начало действия: 2021.10.20	Измельчение коры хвойных пород до 0,5 – 1,0 мм, обработка смесью из водного раствора концентрацией 0,3 % H_2SO_4 или HNO_3 или $NaOH$ и водного раствора формальдегида, при нагревании. Далее фильтрация и промывание до $pH = 5-6$. Высушивание в сушильном шкафу и пропитка комплексным минеральным удобрением “Люкс”, сушка до воздушно-сухого состояния и смешивание с почвой.

Из основных типов отходов наибольшему обсуждению подлежат опилки, щепы и кора. При учете минимального изменения состава, они могут быть использованы для производства биотоплива, такого, как пеллеты или брикеты. Кроме того, они могут применяться для производства компоста и удобрений. Другой тип отходов, который возникает при лесозаготовке – сучья и ветки также может быть использован для этих целей. Существует возможность их использования для создания природных барьеров, защищающих почву от эрозии и способствующих сохранению биоразнообразия [5, 6]. Стоит отметить, что опилки и более крупные составляющие отходов хвойных пород содержат органические вещества, такие как ксилан, терпены и фенолы, способствующие ухудшению биологических функций организмов. Так, ксилан может вызывать нарушения в развитии растений, приводить к гибели полезных бактерий и грибов в

почве. Терпены могут вызывать аллергические реакции у людей и животных, а также быть токсичными для растительного покрова. Фенолы действуют отравляюще на растения и животных, а также вызывают загрязнение водных систем. Кроме того, опилки хвойных пород могут привести к увеличению кислотности почвы, что связано с высоким количеством смол и других кислотных веществ в их составе [7]. Использование данных опилок в большом количестве может привести к нарушению естественного рН баланса почвы и снижению ее плодородия. Опилки хвойных пород могут привести к ухудшению водоудерживающей способности почвы, что отразится в сторону уменьшения ее водопроницаемости [8, 9]. Наиболее перспективными на сегодняшний день можно считать использование данных отходов для производства биоудобрений [10, 11] (при обогащении микробиологическими культурами, а также в смесовой части с отходами животноводства и растениеводства), а также возможность рекультивации нарушенных территорий в ходе лесозаготовки [12].

Использование отходов деревообработки для рекультивации территорий на местах лесозаготовки имеет несколько преимуществ. Во-первых, это позволяет уменьшить количество отходов. Во-вторых – позволяет сэкономить на затратах на покупку других материалов для восстановления природных экосистем. Наиболее распространенным способом использования отходов деревообработки является производство компоста. Классические технологии его производства продолжительны во времени и могут нести в себе угрозу биологического загрязнения патогенами, а также сорными семенами и гельминтами. Компромиссным решением здесь может выступить использование мицелия грибов с дальнейшим образованием биогумуса в срок 3-4 месяца [13]. Подобная технология сегодня реализована в пробной партии под инициативой Национальной

ассоциации лесопромышленников "Русский лес" в Усть-Кутском районе Иркутской области.

Таблица № 2

Обзор отечественных патентов в сфере создания биоудобрений из отходов лесозаготовки и деревообработки

№	№ патента / Дата начала действия	Авторы	Название
1	2	3	4
1	RU 2 186 753 C2 / 15.06.2000	Чекакина Е. В., Егоров И. В.	Способ биоконверсии органических отходов для получения модифицированного удобрения и питательного субстрата
2	RU 2 249 583 C2 / 29.01.2001	Туев Н.А., Свирин Л.В., Бровцев А.А., Трошин Н.Н., Ульмасов Ф.С., Волков А.Н.	Способ получения органических удобрений из древесной коры
3	RU2249581C1 / 10.04.2005	Ковалев Н. Г.	Способ приготовления компоста с использованием пивной дробины
4	RU2337085C1 / 27.10.2008	Тертычный В. П.	Способ получения органического удобрения из отходов деревообработки хвойных пород.
5	RU 2 420 500 C1 / 16.11.2009	Жиляков А. С., Жиляков С. Ф.	Способ получения органоминеральных удобрений и технологическая линия для его осуществления.
6	RU 2 467 989 C2 / 28.02.2011	Кураков А. В.	Способ переработки органических отходов.
7	RU2491135C1 / 27.08.2013	Кольцов И. Н.	Смесь почвенная шламово-грунтовая (варианты) для рекультивации нарушенных земель и способ рекультивации карьеров и нарушенных земель.
8	RU 2 562 526 C2 / 26.09.2013	Лукина Н. В.	Способ биотехнологической переработки твердых отходов целлюлозно-бумажной промышленности для получения биогумуса, включающий стадию обработки грибами и стадию вермипереработки.
9	RU2501810C1 / 20.12.2013	Левин М. Н.	Способ получения микроцеллюлозы.
10	RU2505545C1 / 27.01.2014	Левин М. Н.	Способ получения наноцеллюлозы.
11	RU2547553C1 / 10.04.2015	Харисов А. Ш.	Способ получения биогумуса

Продолжение таблицы № 2

1	2	3	4
12	RU 2 647 929 C2 / 01.07.2016	Гаврилов Т. А.	Способ переработки древесной коры.
13	RU 2 646 630 C1 / 05.06.2017	Рабинович Г. Ю.	Способ получения биоудобрения.
14	RU2609809C1 / 06.02.2017	Хафизов Р. А.	Состав для получения органоминерального удобрения и способ его получения.
15	RU2635449C1 / 13.11.2017	Величко В. Д.	Способ производства гуминового удобрения на основе биогумуса.
16	RU2654220C1 / 17.05.2018	Бабаев Н. А.	Способ переработки органических отходов личинками мух <i>Hermetia illucens</i> с получением белка животного происхождения и биогумуса.
17	RU2673751C1 / 29.11.2018	Веприкова Е. В.	Способ получения фосфорнокалийных удобрений на основе древесной коры.
18	RU 2 732 794 C1 / 14.02.2020	Голубенко М. И.	Способ обогащения почвы с помощью прослойки суперабсорбента при возделывании рапса, преимущественно в системе дождевания.
19	RU2775670C1 / 20.10.2021	Семенович А. В.	Способ получения субстрата для выращивания сельскохозяйственных культур на основе модифицированной коры хвойных древесных пород.
20	RU 2 786 704 C1 / 30.09.2022	Ковалева О. В., Санникова Н. В., Бочарова А. А., Шулепова О. В., Казекина В. Н., Мельников В. П., Филатов Н. Ф., Русаков Н. Л.	Способ получения органоминерального удобрения из биоморфных силицитов и отходов сельскохозяйственного производства.

Компост из отходов деревообработки может быть использован для восстановления плодородия почвы как в местах лесозаготовки, так и в аграрной сфере, как альтернатива минеральным удобрениям и составляющая по улучшению структуры почвы. Тема использования отходов лесной промышленности для создания биоудобрений является особенно актуальной для таежной зоны умеренного пояса, где лесная промышленность является

одной из основных отраслей экономики. Данная траектория позволяет не только утилизировать отходы, но и создавать новый продукт, что способствует сохранению природных ресурсов и созданию более здоровой и экологически чистой среды.

Применение подобных биоудобрений в данном климатическом поясе может быть особенно эффективным, так как находящиеся там территории характеризуются низким содержанием органических веществ в почвах. Таким образом, использование отходов лесной промышленности для создания биоудобрений является актуальной и эффективной темой. Важно продолжать исследования и разработки в этой области, для обеспечения экономической и экологической выгоды.

Работа выполнена при финансовой поддержке Тихоокеанского государственного университета в рамках гранта НИР 3.22-ТОГУ.

Литература

1. Ивантер В. В. Для развития лесного комплекса потребуются дополнительные инвестиции // Российская газета. 2016. сентябрь. Ст. 7056. URL: rg.ru/2016/09/02/dlia-razvitiia-lesnogo-kompleksa-potrebuiutsia-dopolnitelnye-investicii.html

2. Кармакова М. Мечты о Дальнем Востоке // Лесной комплекс. 2022. 1 июня. URL: forestcomplex.ru/forestry/razvitie-lesnoj-promyshlennosti-na-dv/

3. Пыжев А. И. Лесная промышленность регионов Сибири и Дальнего Востока: перспективы развития лесоклиматического сектора // Проблемы прогнозирования. 2022. №4. URL: cyberleninka.ru/article/n/lesnaya-promyshlennost-regionov-sibiri-i-dalnego-vostoka-perspektivy-razvitiya-lesoklimaticheskogo-sektora

4. Костылева С. В. Экономические и экологические аспекты комплексного использования отходов лесопереработки (на примере

Иркутской области) // Вестник ОмГУ. Серия: Экономика. 2016. №3. URL: cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskie-i-ekologicheskie-aspekty-kompleksnogo-ispolzovaniya-othodov-lesopererabotki-na-primere-irkutskoy-oblasti

5. Мохирев А. П., Безруких Ю. А., Медведев С. О. Переработка древесных отходов предприятий лесопромышленного комплекса, как фактор устойчивого природопользования // Инженерный вестник Дона. 2015. № 2. (часть 2). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/3011.

6. Ушанова В. М., Степень Р. А., Репях С. М. Переработка древесных отходов хвойных деревьев // Химия растительного сырья. 1998. №2. URL: cyberleninka.ru/article/n/pererabotka-drevesnyh-othodov-hvoynyh-dereviev

7. Сафин Р. Р., Воронин А. Е., Зиатдинова Д. Ф. Экспериментальные исследования переработки древесной зелени хвойных пород // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2010. №4. URL: cyberleninka.ru/article/n/eksperimentalnye-issledovaniya-pererabotki-drevesnoy-zeleni-hvoynyh-porod

8. Сюнев В. С., Графова Е. О. Новые технические решения по снижению негативного воздействия лесопромышленных производств на лесную среду // Resources and Technology. 2022. №1. URL: cyberleninka.ru/article/n/novye-tehnicheskie-resheniya-po-snizheniyu-negativnogo-vozdeystviya-lesopromyshlennyh-proizvodstv-na-lesnuyu-sredu

9. Ленскинова Л. В. Получение биоудобрения на основе биодеструкции опилок для оптимизации деградированных почв: автореф. дис. ... канд. б.н. наук: 06.01.03 «Агрочвоведение, агрофизика». Новосибирский государственный аграрный университет. – Улан-Удэ, 2003. 160 с.

10. Kumar S, Diksha, Sindhu SS, Kumar R. Biofertilizers: An ecofriendly technology for nutrient recycling and environmental sustainability. Current

Research in Microbial Sciences. Volume 3. 2022. DOI:
org/10.1016/j.crmicr.2021.100094

11. Oladejo, O. S. and Fasan, A. B. (2015) Production of Bio Fertilizer from Rice Waste, Cow Dung and Timber Sawdust. International Journal of Chemical, Environmental & Biological Sciences, 3, 96-102

12. Шегельман И. Р., Васильев А. С., Щукин П. О., Галактионов О. Н., Суханов Ю. В. Рециклинг отходов: актуальность возрастает // Инженерный вестник Дона. 2014. № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2479

13. Беловежец Л. А., Волчатова И. В., Медведева С. А. Перспективные способы переработки вторичного лигноцеллюлозного сырья // Химия растительного сырья. 2010. №2. URL: cyberleninka.ru/article/n/perspektivnye-sposoby-pererabotki-vtorichnogo-lignotsellyuloznogo-syrya

References

1. Ivanter V. V. Dlya razvitiya lesnogo kompleksa potrebuyutsya dopolnitel`ny`e investicii [Additional investments will be required for the development of the forest complex]. URL: rg.ru/2016/09/02/dlia-razvitiia-lesnogo-kompleksa-potrebuiutsia-dopolnitelnye-investicii.html

2. Karmakova M. Mechty` o Dal`nem Vostoke [Dreams of the Far East]. URL: forestcomplex.ru/forestry/razvitie-lesnoj-promyshlennosti-na-dv /

3. Py`zhev A. I. Problemy` prognozirovaniya. 2022. №4. URL: cyberleninka.ru/article/n/lesnaya-promyshlennost-regionov-sibiri-i-dalnego-vostoka-perspektivy-razvitiya-lesoklimaticheskogo-sektora

4. Kosty`leva S. V. Vestnik OmGU. Seriya: E`konomika. 2016. №3/ URL: cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskie-i-ekologicheskie-aspekty-kompleksnogo-ispolzovaniya-othodov-lesopererabotki-na-primere-irkutskoy-oblasti

5. Mohirev A. P., Bezrukikh Yu.A., Medvedev S.O. Inzhenernyj vestnik Dona. 2015. № 2 (2). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/3011.
6. Ushanova V. M., Degree R. A., Repyakh S. M. Ximiya rastitel'nogo sy'r'ya. 1998. №2. URL: cyberleninka.ru/article/n/pererabotka-drevesnyh-otvodov-hvoynyh-dereviev
7. Safin R. R., Voronin A. E., Ziatdinova D. F Vestnik MGUL. Lesnoj vestnik. 2010. №4. URL: cyberleninka.ru/article/n/eksperimentalnye-issledovaniya-pererabotki-drevesnoy-zeleni-hvoynyh-porod
8. Syunev V. S., Grafova E. O. Resources and Technology. 2022. №1. URL: cyberleninka.ru/article/n/novye-tehnicheskie-resheniya-po-snizheniyu-negativnogo-vozdeystviya-lesopromyshlennyh-proizvodstv-na-lesnuyu-sredu
9. Lenskinova L. V. Poluchenie bioudobreniya na osnove biodestrukcii opilok dlya optimizacii degradirovannyx pochv [Obtaining biofertilizer based on biodegradation of sawdust to optimize degraded soils] avtoref. dis. ... kand. b.n. nauk: 06.01.03 «Agropochvovedenie, agrofizika». Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. Ulan-Ude, 2003. 160 p.
10. Kumar S, Diksha, Sindhu SS, Kumar R. Current Research in Microbial Sciences. Volume 3. 2022. DOI: [org/10.1016/j.crmicr.2021.100094](https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2021.100094)
11. Oladejo, O. S. and Fasan, A. B. International Journal of Chemical, Environmental & Biological Sciences, 3, 96-102
12. Shegel'man I. R., Vasil'ev A. S., Shhukin P. O., Galaktionov O. N., Suxanov Yu. V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2014. № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2479
13. Belovezhecz L. A., Volchatova I. V., Medvedeva S. A. Ximiya rastitel'nogo sy'r'ya. 2010. №2. URL: cyberleninka.ru/article/n/perspektivnye-sposoby-pererabotki-vtorichnogo-lignotsellyuloznogo-syrya