

## **БИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД УТИЛИЗАЦИИ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ**

**Анженков А.С.**, кандидат технических наук, доцент,

**Шкутов Э.Н.**, кандидат технических наук,

**Иванов В.П.**, кандидат технических наук.

*РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Республика Беларусь*

Стратегия мелиоративных работ в Беларуси направлена на поддержание работоспособности и реконструкции мелиоративных систем, основная часть которых построена в 1960-1970 гг. В связи с этим необходимы мероприятия по реконструкции и ремонту в соответствии с подпрограммой «Сохранение и использование мелиоративных земель» в рамках Государственной программы [1].

Сегодня в реконструкции нуждаются порядка 350 тыс. га. Значительная часть этих площадей, кроме нарушения работы гидротехнических сооружений, подвержены зарастанию древесно-кустарниковой растительностью (далее ДКР) [2].

Согласно источникам [3,4,5], потеря площадей под валами ДКР может достигать до 8 %. Проведенные нами обследования реконструированных мелиоративных объектов в минской области показали меньшую величину потерь, в среднем равную 1,2 % (0,8-1,5 %) (табл. 1).

© Анженков А.С.,  
Шкутов Э.Н., Иванов В.П.,  
2022

## Площадь, занимаемая валами древесно-кустарниковой растительности

Район	Мелиоративные системы	Площадь, га	Площадь, занимаемая ДКР, га	Площадь, занимаемая ДКР, %
Дзержинский	«Олеховка»	270	2,79	1,03
Узденский	«Олеховка»	649	6,1	0,9
Березинский	«Богушевичи-1»	340	5,4	1,5
	«Богушевичи-2»	350		
Борисовский, (ПМК-16)	«Борки-Агро»	300	3,4	0,8
Любанский	«Гаврильчицы» «Дубинец»	297	2,5	0,8

По результатам наших обследований установлено, что площадь, занятая всеми ДКР, на планируемых площадях реконструкции составит около 4230 га. С учетом затруднения обработки почвы механизмами возле валов ДКР потери возрастают до 8460 га.

После обследования и обмера валов ДКР было установлена их средняя высота, которая составляет 2,5 м. При этом выделяются 2 горизонта: нижний горизонт, состоящий из почвы с частью нагребенной растительности, занимающий до 80 % общего объема вала ДКР и верхний горизонт, состоящий из мелколесья, кустарников и листьев (до 20 % объема валов).

По полученным данным проведенные расчеты показали, что в среднем объем вала ДКР составляет 300 м<sup>3</sup> с одного га или 3 см плодородной почвы. Это соответствует 10 % мощности пахотного горизонта для торфяных почв и 15 % для минеральных [2]. Полученные данные свидетельствуют о значительных потерях плодородной почвы при вывозе валов ДКР за пределы реконструируемого объекта.

### Методы утилизации валов ДКР

1. Захоронение ДКР в котлованы. К положительным сторонам данного способа относятся малые затраты по транспортировке, но в тоже время наблюдается возрастание земляных работ при захоронении древесных

остатков. Со временем на месте захоронения образуется западины, мешающие сельскохозяйственному производству, снижается плодородие за счет внесения в почву неплодородного грунта при его разравнивании.

2. Сжигание ДКР снижает транспортные расходы, но наносит вред экологии. Не всегда и не везде этот способ применим из-за угрозы возникновения пожаров на торфяниках. Поэтому он ограничено применяется на минеральных почвах.

3. Вывоз ДКР на полигоны требует больших расходов на погрузочные работы, транспортировку и дальнейшую утилизацию. Кроме того, при погрузке происходит частичный захват плодородной почвы, что снижает плодородие мелиорированных земель.

4. Использование дробилок древесины не всегда целесообразно в связи с их невысокой производительностью, надежностью и техническими возможностями. В основном они могут перерабатывать древесину сечением до 100 мм. Зарубежные образцы по ценам на порядок выше, что доступно не каждому предприятию.

5. Складирование ДКР в валах на 2-3 года в целях дальнейшего перегнивания растительных остатков и их разравнивание площади – это на наш взгляд наиболее оптимальный способ минимизации затрат на утилизацию. Однако, за указанный срок крупные древесные остатки не успевают разложиться.

Таблица 2

Ориентировочная стоимость затрат на утилизацию ДКР с 1 га различными способами при площади валов ДКР в 1,2 %.

Способ утилизации ДКР	Стоимость, руб./га
Вывоз на полигон	1405,0
Захоронение в котлован	1340,0
Дробление на щепу	1620,0
Обработка препаратом «Флебиопин» с последующим разравниванием	313

## **Принцип (метод), используемый в биотехнологии разложения древесины**

Помимо известных физико-механических и естественных биологических процессов и методов, используемых различными отраслями при сведении и утилизации ДКР, в последнее десятилетие все более широкое применение получают целенаправленное использование специально подобранных биологических объектов для ускорения процессов разложения древесины.

При выполнении НИР по данному проекту был выявлен разработанный и уже применяемый в лесном хозяйстве биологический метод ускорения разложения порубочных остатков. Детальное ознакомление с методом позволило сделать вывод о возможности эффективного применения технологии при утилизации валов ДКР.

В основу метода утилизации валов ДКР положена идея интенсификации деструкции древесины с помощью применения биологических препаратов. Как уже отмечалось, для лесоохранных целей был разработан препарат «Флебиопин».

Способ разложения ДКР основан на применении гриба *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) W Julich, который является антагонистом патогенной (корневой губки), изначально идея применения состояла в колонизации им поверхности мертвой древесины у зоны пораженной корневой губкой *Heterobasidion annosum* (Fr.). «Флебиопин» способствует интенсивной деструкции мертвой древесины, тем самым ограничивая пути распространения патогена на стоящие рядом непораженные деревья.

По нашему запросу разработчик препарата (зав. кафедрой лесозащиты и древесиноведения Белорусского государственного технологического университета, доц., канд. биол. наук Звягинцев В. Б.) предоставил возможность ознакомления с результатами применения флебиопина по пням

хвойных деревьев на их опытных делянках с экспозицией воздействия 1 и 5 лет после обработки пней флебиопином.

Обследования показали, что одного года воздействия флебиопина явно недостаточно (пни достаточно прочны и сохраняют свою структуру при механическом воздействии топором), а вот за пятилетний период большая часть пней на делянках были полностью разрушены до состояния трухи, лишь некоторые, особо смолистые пни сохранили структуру и прочность. К сожалению, опытных делянок с другими экспозициями воздействия не сохранилось. Поэтому заключение о достаточности трехлетней экспозиции для разрушения древесных остатков было сделано на основании мнения разработчиков флебиопина.

В связи с тем, что задачи, под которые разрабатывался «Флебиопин», отличаются от рассматриваемых в данной работе, следует признать, что остались не до конца установленными параметры процесса деструктуризации древесины при ее сводке на мелиорированных площадях. Предполагается, что в дальнейшем, эти вопросы будут уточнены в процессе производственных экспериментов по ускорению разложения ДКР с помощью обработки ее флебиопином.

В нашем проекте активность гриба *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) W Julich используется для интенсификации процесса разложения древесины в составе валов ДКР на площадях сведения древесных зарослей.

Наиболее активно процесс колонизации происходит в том случае, если биообработка проводится при температуре выше +5°C и в течение 5-7 дней после рубки древостоя.

Обработка валов ДКР препаратом «Флебиопин» ускоряет деструкцию древесины и образует экологически безопасный органический субстрат пригодный для разравнивания на участке реконструкции.

### **Состав и назначение биопрепарата «Флебиопин»**

Он представляет собой полупрозрачную суспензию коричневого цвета, содержит оидиоспоры и фрагменты мицелия гриба *Phlebiopsis gigantea* (БИМФ752Д) титр не менее  $3,5 \cdot 10^6$  КОЕ/мл. Препарат получают путем культивирования гриба в жидкой питательной среде и последующей фильтрации глубиной культуры. Не является патогенным и токсиногенным для теплокровных животных и человека, безопасен для рыб и пчел. Возможно выпадение осадка, который перед применением необходимо тщательно взболтать.

Препарат сертифицирован, относится к IV классу опасности (вещества малоопасные) согласно ГОСТ 12.1.007-76. Препарат производится и коммерчески доступен в Институте микробиологии НАН Беларуси, г. Минск, ул. акад. В.Ф. Купревича, 2.

В рамках НИР для оценки динамики разложения древесины после обработки вала ДКР препаратом «Флебиопин» определялась скорость деструкции древесины по снижению твердости древесины; это проводилось при стандартной влажности 12% по методике Бринелля.

### **Сроки разложения древесины после обработки флебиопином**

Вал ДКР разнороден по диаметру и составу слагающей его древесины: это в основном лиственные, в меньшей степени хвойные породы в различном количественном соотношении. Они имеют разную скорость деструкции. Испытания показали уменьшение твердости древесины различных пород (береза, сосна, ольха), обработанных биопрепаратом «Флебиопин», в большей степени, если сравнить с такими же необработанными образцами. Снижение твердости древесины показывает увеличение скорости деструкции при обработке ее препаратом.

По нашим наблюдениям в течение одного летне-осеннего сезона, за теплый период ( $+5^\circ$  и выше), в зависимости от породы, твердость обработанной древесины уменьшилась по сравнению с первоначальной от

17% до 33%. Разница в уменьшении твердости на конец теплого периода была в 2-4 раза в зависимости от породы древесины по сравнению с необработанными образцами.

Контроль за твердостью древесины проводился по методу Бринелля согласно ГОСТ 16483.17-81 «Древесина. Метод определения статической твердости». Для определения твердости образцы испытуемой древесины приводятся к влажности 12%, необходимой по стандарту.

Затем подготовленные образцы, на которых устанавливался стальной шарик диаметром 10 мм, помещались под пресс, который в течении 60 сек давил с нагрузкой 100 кг на стальной шарик.

На каждом образце испытание проводилось трижды. Размеры отпечатков шарика усреднялись и далее расчет проводился по формуле:

$$HB = \frac{F}{A} = \frac{2F}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

где  $HB$  – показатель твердости древесины; получен при использовании стального шарика для древесины с твердостью менее 450 единиц, кгс;

$F$  – нагрузка, действующая на индиктор  $H$ , кгс;

$A$  – площадь поверхности отпечатка,  $\text{мм}^2$ ;

$D$  – диаметр стального шарика, мм;

$d$  – диаметр отпечатка, мм.

Результаты применения препарата «Флебиопин», используемого для ускорения деструкции древесины приведены в таблице 3.

На основании экспертных оценок принято, что применение указанного препарата позволяет эффективно провести деструкцию древесины вала ДКР в течение трех лет.

Ускорение деструкция древесины за первый год после обработки  
флебиопином по сравнению с необработанными образцами

№ п/п	Порода древесины	Деструкция (снижение твердости), %
1	Береза	22,5
2	Сосна	33,3
3	Ольха	17,4

Проведенные испытания образцов древесины, обработанных флебиопином, по сравнению с контрольными образцами без обработки показали различную степень деструкции. В зависимости от породы древесины степень деструкции за вегетационный период один год ( $t^{\circ} +5^{\circ}\text{C}$ ) в опытах составила от 17% до 33% (таблица 3).

Анализ данных, полученных в исследовании, данных позволяет сделать следующие выводы:

1. Пока производство не располагает универсальной технологией утилизации ДКР, удаляемой с площадей мелиоративных систем. Все известные варианты имеют ограничения (технологические, экономические, экологические) либо запреты, ограничивающие применение.

2. Все способы утилизации ДКР (кроме перевода в биоуголь) выделяют равное количество  $\text{CO}_2$ . Разница только в интервале времени, за которое он выделится: при гниении – 3-7 лет, горении – часы, превращении в биоуголь – десятки лет.

3. Размещение ДКР (в виде стволов, веток, щепы, сечки) в пахотный слой площадей, где проводится сведение древесной растительности, приводит в первоначальный период сельскохозяйственного использования к неоднозначным результатам в части повышения плодородия почвенного слоя. Однако негативные последствия могут корректироваться агрономическими приемами. Для предотвращения резкого, на уровне 40 - 80%, падения продуктивности и ведения высокоинтенсивного



растениеводства необходимо специальное агрономическое сопровождение (известкование, применение удобрений и др.) с учетом природных условий конкретного поля. На долговременном лаге размещения ДКР в пахотном горизонте должно увеличиваться содержание органики и повышаться плодородие.

4. Варианты утилизации ДКР путем заделки и глубокого фрезерования достаточно эффективны при благоприятных условиях применения и могут быть рекомендованы для его продолжения, особенно на торфяных почвах.

5. Применение биопрепарата «Флебиопин» ускоряет деструкцию древесины в валах и создает благоприятные предпосылки для интенсивного сельскохозяйственного использования площадей после сводки ДКР.

Однако для уточнения технологии применения и получения конкретных параметров эффективности в различных условиях необходимы дополнительные исследования.

### **Список литературы**

1. О государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2022 гг. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 марта 2016 года №315// М-во сел. хоз-ва и продовольствия Республики Беларусь – Режим доступа: <https://www.mshp.gov/programs/a868489390de4373.html>. – Дата доступа: 22.06.2020.

2. Окультуривание связных почв на объектах реконструкции осушительных систем: рекомендации / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Республики Беларусь, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т мелиорации; сост.: П.Ф. Тиво [и др.]. – Минск : [б.и.], 2008. – 24 с.

3. Методики определения агрономической и экологической эффективности минеральных и органических удобрений / И.М. Богдевич [и др.]. – Минск : Ин-т почвоведения и агрохимии, 2010. – 252 с.

4. Дьяконов, Н. Н. Мелиоративная география / Н. Н. Дьяконов, В. С. Аношко. – Москва : МГУ, 1995. – 252 с.

5. Савицкий, А. В. Направления биоутилизации порубочных остатков как мера повешения устойчивости хвойных насаждений к корневым гнилям / А. В. Савицкий, Г. А. Волченкова // Микробные биотехнологии фундаментальных и прикладных аспектов: тезисы докладов X междунар. конф., Минск, 5-9 июня 2017 г./– Минск, 2017. – С. 176-168.

6. Нормативы расхода ресурсов в натуральном выражении (НРР 8.03.101-2017, НРР 8.03.371-2017, сб. 21). Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2016.

7. ГОСТ 9012-59. Метод измерения твердости по Бринеллю. Технологии обработки пней ранцевым распылителем.

*Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2022 г.*

*Дата подписания в печать: 12.09.2022 г.*