

А.В. Артёмов, доц., канд. техн. наук; А.С. Ершова, асп.;
А.В. Савиновских, доц., канд. техн. наук;
В.Г. Бурындин, проф., д-р техн. наук
(УГЛТУ, г. Екатеринбург)

ОЦЕНКА БИОРАЗЛАГАЕМОСТИ ПЛАСТИКОВ БЕЗ СВЯЗУЮЩИХ НА ОСНОВЕ БИОМАССЫ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО

В последние годы в нашей стране актуальным является переработка растительных отходов и возможного включения их в хозяйствующих оборот в качестве дополнительного источника сырья. Интерес представляю порубочные остатки борщевика Сосновского – сорнякового и опасного растения, ареал обитания которого с каждым годом становится все больше и больше. Наиболее эффективным методом борьбы с данным растением является кошение (рубка), в результате которой образуются порубочные остатки, которые не находят применения и подвергаются сжиганию.

Большинство исследований по переработке растительных остатков, в том числе и биомассы борщевика, связано с получением различных изделий и материалов на их основе [1-3].

Проведённые ранние исследования [4] по биоразлагаемости лигноуглеводных материалов в виде пластиков без добавления связующих веществ, показали, что данные материалы сильно подвержены биологической деградации в естественных природных условиях.

Исходя из выше сказанного, в данной работе была поставлена цель – исследование биоразлагаемости пластиков без связующих (ПБС) на основе биомассы борщевика Сосновского и оценки возможного воздействия самих изделий и/или продуктов их деструкции на почвенно-растительный покров.

В качестве исходного сырья использовались растительные (порубочные) остатки (биомасса) борщевика Сосновского (*Heracleum Sosnowskyi Manden*). Фракционный состав пресс-сырья – 0,7 мм.

Морфологические и химические показатели исходного пресс-сырья представлены в таблице 1. По результатам выполненного химического анализа исходной биомассы борщевика Сосновского (таблица 1) можно косвенно судить о физико-механических свойствах полученных материалов, которые оказались приемлемыми для дальнейших испытаний [4].

Таблица 1 – Морфологические и химические показатели пресс-сырья

| Сырье | Источник образования | Показатель, % | | |
|---|----------------------|---------------------|------------------------------|------------------------|
| | | Лигнин (ГОСТ 11960) | Целлюлоза (Кюршнера-Хоффера) | Влажность (ГОСТ 16932) |
| Биомасса борщевика Сосновского (<i>Heracleum Sosnowskyi Manden</i>) | Порубочные остатки | 26 | 34 | 12 |

Методом горячего прессования в закрытой пресс-форме были изготовлены образцы в виде дисков диаметром 90 мм и толщиной 2 мм. Условия прессования были приняты следующие: давление – 40 МПа; температура – 180 °С; продолжительность прессования – 10 мин; продолжительность охлаждения под давлением – 10 мин; продолжительность кондиционирования – 24 ч.

Оценка биостойкости материалов на основе ПБС проводилась по изменению массы и линейных размеров (толщины) образцов. Оценка влияния на почвенно-растительный покров осуществлялось по изменению рН почвы при экспозиции образцов ПБС.

Для депонирования образцов в почве, из полученных пластиков подготавливались образцы в виде квадратов 20 × 20 × 3 мм. Исследуемые образцы ПБС помещались в контейнер с грунтом на глубину от 5 см в горизонтальном положении. После внесения образцов в грунт, производилось его засеивание семенами трав. Для засева использовалась следующая травосмесь (используемая для биологического этапа рекультивации нарушенных земель): кострец безостый – 40%, тимофеевка луговая – 10%, овсяница луговая – 10%, овсяница красная – 30 %, пырей ползучий – 10 %. В качестве почвогрунта был принят грунт для рассады (ТУ 0392-001-59264059-03). Перед началом испытания был определен рН исходной почвы (контроль). Время выдержки образцов в грунте при комнатной температуре (20 ± 2 °С) и влажности грунта 40 ± 5 % составило 90 суток. После выдержки образцов (7, 14, 21, 30, 60 и 90 суток), грунт с образцами изымался для определения его рН. Определение рН почвы осуществлялось согласно ГОСТ 26423-85 «Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки». Изъятые образцы из грунта, промывались и высушивались при комнатной температуре в течение суток. У высушенных образцов определялись масса и линейные размеры.

Результаты изменения массы и толщины образцов ПБС при их экспозиции в почвогрунте, а также изменения рН почвенно-растительного слоя представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты испытаний образцов

| № | Показатель | Контроль | Продолжительность выдержки, сут | | | | | |
|---|----------------|----------|---------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | | | 7 | 14 | 21 | 30 | 60 | 90 |
| 1 | Масса (Δ, %) | -0,001 | +16,0 | -2,9 | -14,2 | -15,0 | -24,3 | -35,4 |
| 2 | Толщина (Δ, %) | -0,02 | +80,5 | +90,7 | +86,5 | +121,0 | +126,9 | +103,1 |
| 3 | pH | 6,53 | 5,12 | 6,00 | 6,29 | 6,45 | 6,53 | 6,56 |

На основании таблицы 2 можно сделать следующие выводы:

1. Наблюдается начальное (в первые 7 суток) увеличение массы образцов ПБС, которое объясняется впитыванием материалом избыточной влаги из грунта. После первичного водонасыщения образцов наблюдается снижение массы образцов за счет своей деструкции. Это снижение наблюдается за все оставшееся время экспозиции. Снижение массы у образцов ПБС за 90 суток выдержки в почвогрунте составляет 35,4%.

2. Максимальное увеличение линейных размеров наблюдалось на 30 сут выдержки – 121,0 %. Дальнейшем наблюдалось уменьшение размеров за 90 суток экспозиции за счет расслоения и разрушение материала.

3. Изменение pH почвы при выдержке ПБС на основе борщевика обусловлено в первую очередь остаточным содержанием его сока, который содержит вещества из группы фуранокумаринов, имеющих значение pH близкого к кислой.

Таким образом, на основании выполненного исследования можно сказать, что ПБС, полученные на основе борщевика Сосновского и обладающих потенциалом к биоразложению, не следует рекомендовать для применения без дополнительных исследований по санитарным показателям.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках научного проекта "FEUG-2020-0013"

ЛИТЕРАТУРА

1. Чалганов, Д.К. Механические свойства термопластичных композитов на основе полиэтилена и древесно-растительных отходов / Д.К. Чалганов, А.А. Маркисанова // Материалы XXIV научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва : Материалы конференции. В 3-х частях, Саранск, 19–21 мая 2021 года / Сост. А.В. Столяров, отв. за выпуск П.В. Сенин. – Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2021. – С. 106-111.

2. Волкова, Е. Н. Борщевик Сосновского как сырье для перера-

ботки / Е. Н. Волкова // Развитие научного наследия великого учёного на современном этапе : Сборник международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию члена-корреспондента РАСХН, Заслуженного деятеля науки РСФСР и РД, профессора М.М. Джамбулатова, Махачкала, 17 марта 2021 года. – Махачкала: Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джамбулатова, 2021. – С. 498-503.

3. Анатомические и структурно-морфологические характеристики борщевика Сосновского / А.В. Вураско, Д.И. Шестаков, А. Р. Минакова, В.П. Сиваков // Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов : Материалы VI Международной научно-технической конференции, посвященной памяти профессора В.И. Комарова, Архангельск, 09–11 сентября 2021 года / Министерство науки и высшего образования и Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова». – Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, 2021. – С. 56-61.

4. Бурындин, Б. Г. Изучение биоразлагаемости лигноуглеводных материалов / Б. Г. Бурындин, А. В. Артемов, А. В. Савиновских // Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики : материалы XII Международной научно-технической конференции, Екатеринбург, 21 мая – 22 2019 года / Министерство науки и высшего образования РФ, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский государственный лесотехнический университет", 2019. – С. 467-470.