

**УДК 628.473.45**

**В.В. ОРЛОВ, аспирант (ТвГТУ)**

**Научный руководитель Е.В. ОЖИМКОВА, к.х.н., доцент (ТвГТУ)**  
**г. Тверь**

## **БИОКОНВЕРСИЯ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ОТХОДОВ ЗАГОТОВКИ ЛЬНА В ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ УДОБРЕНИЯ**

Ежегодно твердые лигноцеллюлозные отходы в огромных количествах тривиально сжигаются для очистки полей после сбора урожая. Это не только приводит к опасному загрязнению воздуха продуктами горения, но и негативно влияет на почву в местах сжигания. При этом у лигноцеллюлозных отходов есть огромный потенциал для использования в различных отраслях промышленности; в частности, они могут быть применены в качестве исходного сырья для производства экологически чистых видов топлива, различных химических веществ и удобрений. К сожалению, сегодня в агропромышленном комплексе России использование растительных отходов сводится либо к сжиганию в качестве низкокалорийного топлива, либо к использованию несущественных объемов в качестве кормов для животных; наиболее же часто указанные отходы попросту уходят в отвал [1]. Перспективным, экологически безопасным и экономически выгодным направлением решения данной проблемы является применение технологии биоконверсии лигноцеллюлозного сырья.

Большое количество рассматриваемых нами отходов образуется в результате заготовки льна. Ежегодно при переработке льна по всей России образуется порядка 110 тыс. тонн костры; по Тверской области это количество составляет около 4 тыс. тонн [2]. В качестве альтернативы сжиганию или захоронению в свалках лигноцеллюлозные отходы переработки льна могут быть подвергнуты биоконверсии. Одним из самых популярных способов последней является компостирование.

Компостирование — одна из технологий, предназначенных для переработки органических отходов в продукты с добавленной стоимостью. Данный процесс позволяет стабилизировать органические отходы и преобразовывать их в биоудобрения, которые можно безопасно вносить в землю, выделенную под сельскохозяйственные культуры [3].

Цель представленной работы — исследование биоконверсии крупнотоннажных лигноцеллюлозных отходов заготовки льна в органические удобрения. Нами было изучено компостирование основных отходов переработки льна — костры и половы.

Костра представляет собой одревесневшие части стебля льна. Они имеют вид мелкой соломки, остающейся после трепания льна [4]. Химический состав костры в основном представлен целлюлозой (45-58%), лигнином (21-29%) и пентозанами (23-26%). Установлено содержание в ней общей суммы протеинов в пределах 2,3-2,7, липидов в пределах 3,5-4,7, кальция в пределах 0,45-0,67, фосфора в пределах 0,35-0,4, калия в пределах 0,10-0,19 [5]. На долю костры приходится 70% биомассы растений льна (соответственно, 21-22,5 ц отходов/га).

Помимо костры льна, отходом льняного производства является и полова. Плод льна представляет собой заостренную кверху шаровидную коробочку (головку) высотой 6,1-11,0 мм и шириной 5,7-8,5 мм, состоящую из пяти гнезд. Каждое из них имеет полуперегородку, образуя в головке 10 отделений [21]. Коробочки имеют округлую, слегка приплюснутую форму; внутри них содержатся гладкие, блестящие коричневые или зеленовато-бурые семена. После обмолота семян льна остается т.н. льняная полова — оболочка коробочек. В урожае льна на долю половы приходится 10-12% [6].

Компосты были изготовлены при следующих соотношениях источника азота и углерода: 1:5; 1:6; 1:8. При составлении смесей для компостирования в качестве источника углерода использовались отходы переработки льна, в качестве источника азота — крапива. Для компостирования применялось микробиологическое удобрение «Байкал ЭМ-1» с концентрацией 1:200 по отношению к исходному концентрату. У всех полученных компостов мы определяли содержание гуминовых кислот, влажность, температуру и pH.

По результатам исследований можно предложить следующие параметры для биоконверсии лигноцеллюлозных отходов заготовки льна в органические удобрения (биокомпосты):

- соотношение компонентов (источников азота и углерода) 1:5;
- компостирование в течение 10 недель.

#### Список литературы:

1. Environmental impact of lignocellulosic wastes and their effective exploitation as smart carriers – A drive towards greener and eco-friendlier biocatalytic systems / M. Bilal, Z. Wang, J. Cui, L. Romanholo // Science of the total environment. - 2020. - № 13. - С. 1-14.
2. Костра льна, как сырье для производства композиционных материалов / С. Угрюмов, Е. Боровков, А. Щербаков, Е. Абрамов // Актуальные проблемы лесного комплекса. - 2006. - № 7. - С. 1-3.
3. Torkashvand, A. Improvement of compost quality by addition of some amendments / A. Torkashvand // Australian journal of crop science. - 2010. - № 1. –С. 252-257.

4. Синицын, А.П. Биоконверсия лигноцеллюлозных материалов / А.П. Синицын, А.В. Гусаков, В.М. Черноглазов. - Москва : Изд-во МГУ, 2010. - 224 с.
5. Белопухов, С.Л. Физико-химические свойства органо-минерального комплекса из растительных остатков льняной костры / С.Л. Белопухов, И.И. Дмитревская, Е.А. Гришина // Агрохимия. – 2016. - № 6. – С. 20-28.
6. Синякова, О.В. Особенности технологии возделывания льна масличного на Среднем Урале / О.В. Синякова // Агропромышленные комплексы. - 2017. - № 1. - С. 1-25.