

## РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ДЕСТРУКЦИИ ОТХОДОВ ОТРАСЛИ ПЕНЬКОПРОИЗВОДСТВА

**Рыбкин Илья Дмитриевич**, студент института агrobiотехнологии, бакалавр, четвертый курс обучения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева.

**Научный руководитель: Григорьева Марина Викторовна** - доцент кафедры химии, к. пед. н., ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева.

Важной проблемой в современном производстве конопляной и льняной продукции является переработка отходов, получаемых при обработке сырья. Преимущественно этим отходом является костра, получаемая при мятке и трепании зеленца обрабатываемых культур. Наличие данного отхода является существенным недостатком, что требует его грамотной утилизации [1;2]. Одним из решений может послужить деструкция с его дальнейшим применением в полевых условиях.

В качестве технологий, с помощью которых могла бы быть осуществлена деструкция данного отхода, могут послужить такие технологические операции как пропаривание, вымачивание в высокоактивных химических агентах таких как концентрированный раствор КОН или микробиологическая дигестация [3]. Первые два метода являются достаточно дорогими, что обуславливает проблематику их массового применения. Поэтому весомой альтернативой для ранее описанных методов может послужить такой как микробиологическая деструкция, возможность которую осуществить высока вследствие легкодоступности необходимых материалов. В процессе исследования нами были апробированы несколько методов, в числе которых была микробиологическая деструкция с использованием бактериальной культуры конского концентрата и культура гриба-деструктора *trichoderma harzianum*. Данные биологические агенты способны осуществлять микробиологическую деструкцию несколькими путями [4;5]. В первую очередь, это ферментативное расщепление. С этим наилучшим образом справляются целлюлозолитические бактерии, способные за счет выделения целлюлаз в среду обитания расщеплять такие крупногабаритные молекулы как целлюлоза и лигнин, являющихся одними из существенных компонент перерабатываемого сырья. Не менее эффективно справляется и *trichoderma harzianum*, способная производить деструкцию субстрата за счет высокоэффективных метаболитов  $\beta$ -1,4-глюкан-целлюбиогидролаза и  $\beta$ -1,4-эндоглюканаза, стимулирующих деградацию крупномолекулярных структур до их образующих мономеров. На основе данных явлений, были составлены технологические схемы для производства нескольких типов почвенных препаратов, которые описаны ниже [6;7].

1. Почвоулучшающее средство из дигестата. Одной из наиболее эффективных новаторских технологий в получении деструктурированного материала является дигестация. Процесс дигестации проходит строго в анаэробных условиях, в связи с тем, что используется специальная культура бактерий-анаэробов, выделенных из конского концентрата. Важной чертой данного метода является эффект микробиологического разложения за счет вырабатываемых бактериями ферментов-целлюлаз, способных разлагать крупномолекулярные соединения. [8]. Особой эффективностью препарат может обладать на пропашных культурах, вследствие высокой степени разложения лигнин-содержащих агрегатов, что обуславливает формируемую препаратом почвенную пористость.

2. Почвоулучшающий препарат на основе аэробной деструкции. Для данного типа деструкции используется конский концентрат, при этом комплекс бактерий-деструкторов, участвующих в разложении растительного материала, сильно отличается. Здесь в гидролиз крупных молекулярных соединений вступают бактерии-анаэробы, способные в присутствии кислорода разлагать не менее эффективно крупные молекулярные соединения за счет собственных ферментов. В ходе получения препарата было обнаружено что он обладает высокой рассыпчатостью, что способствует образованию микрокапилляров в почве и обуславливает его высокую эффективность на культурах сплошного сева [9;10].

3. Почвоулучшающее средство на основе *trichoderma harzianum*. Помимо деструктурирующих свойств бактерий, полученных из конского концентрата, подобными обладает гриб *trichoderma harzianum*. Биологический агент способен разлагать крупные растительные отделимости за счет собственных метаболитов. Препарат наиболее хорошо работает на культурах сплошного сева, что обуславливается формированием им большого количества микроагрегатов, способных поддерживать высокую пористость почвы на протяжении практически всего вегетационного периода [11].

4. Почвоулучшающий препарат на основе бактериальной культуры и готового субстрата. Данный препарат, несмотря на существенные различия с предыдущими, также разработан на основе бактериальной культуры. Одним из важнейших отличий по сравнению с предыдущими версиями является использование готового почвогрунта в качестве необходимой компоненты. Его использование обуславливает высокую скорость взаимодействия препарата с почвой, в которую он был внесен. Препарат не отличается по принципу приготовления от варианта с аэробной деструкцией, в котором также используется суспензия, полученная из конского концентрата. Существенным отличием также является то, что в процессе его приготовления появляется ряд новых бактерий, способных существенно повысить микробиологическое разнообразие. В составе почвенной микробиоты присутствуют также ризосферные азотфиксирующие бактерии, обуславливающие усвоение азота в почве и его резервацию до посева основной культуры.

Результаты анализа на различие в микроагрегатном составе. При проведении лабораторной апробации почвенных препаратов одной из наиболее важных характеристик является их способность образовывать почвенные агрегаты. В зависимости от того, какое количество агрегатов определенных фракций образуется при внесении каждого препарата, различается образуемая ими пористость и количество капилляров. С целью проведения анализа использовались сита с диаметрами отверстий 5 мм, 2 мм, 0,4 мм, 0,355 мм, 0,315 мм и 0,25 мм. Для дальнейшего анализа использовались аналитические весы, на которых был определен вес каждой фракции. В таблице обозначения идут соответственно: 1. Почвоулучшающее средство на основе метода дигестации. 2. Почвоулучшающее средство на основе аэробной деструкции. 3. Почвоулучшающее средство на основе *Trichoderma harzianum*. 4. Почвоулучшающее средство на основе бактериальной культуры и готового субстрата.

Таблица

**Результаты анализа микроагрегатного состава препаратов**

№	Диаметр просеянной фракции, мм	Масса фракции, г			
		1	2	3	4
1	>5	33,0	20,0	26,6	35,0
2	5-2	35,0	25,1	15,0	32,2
3	2-0,4	15,0	20,6	23,7	10,0
4	0,4-0,355	2,1	10,8	12,6	12,0
5	0,355-0,315	2,5	6,0	5,1	4,1
6	0,315-0,25	3,7	6,9	4,8	4,0
7	<0,25	8,7	10,6	12,2	2,7
	Общее	100	100	100	100

Выводы. В результате проведения анализа было выявлено, что содержание агрономически ценной фракции размером 0,25 мм наиболее высоко в почвоулучшающем средстве на основе *Trichoderma harzianum* (12,2 г). На последнем месте по этому показателю оказалось почвоулучшающее средство на основе бактериальной культуры и готового субстрата (2,7 г). Данная фракция является агрономически ценной вследствие ее содержания илстой и коллоидной фракций, ответственных за накопление подвижных форм фосфора и калия. При этом по количеству фракции, определяющей формирование капиллярной пористости (2,0-0,4 мм) лидирует также препарат на основе *trichoderma harzianum*, на последнем месте оказался препарат на основе бактериальной культуры и готового субстрата.

### Литература

1. Рыбкин И.Д. К вопросу о целесообразности органического земледелия на территории России // Рыбкин И.Д., Манаенков А.О., Григорьева М.В. // Современная школа России. Вопросы модернизации. 2022. № 2-1 (39). С. 36-39.
2. Рыбкин И. Д. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОЧВОГРУНТОВ С ВКЛЮЧЕНИЕМ КОСТРЫ КОНОПЛИ // НАУКА МОЛОДЫХ 2022. – 2022. – С. 96-101.
3. Рыбкин И.Д. Условия рационального использования химических средств защиты и минеральных удобрений в органическом сельском хозяйстве / Рыбкин И.Д., Григорьева М.В. // Аграрный вестник Нечерноземья. 2022. № 2 (6). С. 22-31.
4. Рыбкин И.Д., Карачанский Ю.А. Технология производства компоста на основе тресты конопляного сырья с использованием биодеструктора *trichoderma viride* // Эколого-физиологические аспекты формирования агро- и биоценозов. Сборник трудов, приуроченных к Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной памяти профессора М. Н. Кондратьева. Москва, 2022. С. 197-199.
5. Рыбкин И.Д. Получение компоста с использованием костры конопли и бактериальной культуры на основе конского концентрата // Эколого-физиологические аспекты формирования агро- и биоценозов. Сборник трудов, приуроченных к Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной памяти профессора М. Н. Кондратьева. Москва, 2022. С. 194-196.
6. Григорьева М.В., Белопухов С.Л. Аспекты химической подготовки кадров для органического земледелия. Профессиональное образование в современном мире. 2021. Т. 11. № 3. С. 154-165.
7. Белопухов С.Л., Трухачев В.И., Григорьева М.В. Защитно-стимулирующие комплексы растений для органического сельского хозяйства как объект исследований и обучения. Современные достижения селекции растений - производству. Материалы Национальной научно-практической конференции. Ижевск, 2021. С. 17-21.
8. S.L. Belopukhov, M.V. Grigoryeva, I.I. Dmitrevskaya and A.V. Zhevnerov. Agroecological approach to quality assessment of organic aromatic products. International Conference “Ensuring Food Security in the Context of the COVID-19 Pandemic” (EFSC2021). «Web of Conferences», Vol. 282. (2021) <https://www.e3s-conferences.org/>
9. Marina Grigoryeva, Sergey Belopukhov, Inna Dmitrevskaya, Inga Seregina. “Green” Chemistry as the Basis for Development of the Philosophy of Sustainable Education in an Agricultural University. Proceedings of the Second Conference on Sustainable Development: Industrial Future of Territories (IFT 2021).
10. Свечникова Т. М. Органическое сельское хозяйство: сущность и тенденции развития // Московский экономический журнал, 2019, №8.
11. Дридигер В.Н. Технология No-till и допускаемые при её освоении ошибки // Сельскохозяйственный журнал, 2018, №1.