

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Вятский государственный университет»

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Федеральный экологический оператор»

Информационный центр по атомной энергии Кирова

Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской академии наук

ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ НОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Материалы

VI Всероссийской научно-практической конференции

г. Киров, 18–19 ноября 2024 г.

Киров 2024

УДК 628.477(03)
ББК 38.931(03)
Т 384

Печатается по рекомендации Научного совета ВятГУ

Ответственный редактор:

Т. Я. Ашихмина, д-р техн. наук, профессор, зав. НИЛ биомониторинга Института биологии Коми научного центра Урального отделения Российской академии наук и Вятского государственного университета

Редакционная коллегия:

И. Ф. Чадин, директор, канд. биол. наук, **С. Г. Литвинец**, проректор, канд. с.-х. наук, **А. С. Олькова**, профессор, д-р биол. наук, **Т. А. Адамович**, доцент, канд. геогр. наук, **Е. В. Дабах**, с. н. с., канд. биол. наук, **М. А. Зайцев**, доцент, канд. пед. наук, **Г. Я. Кантор**, с. н. с., канд. техн. наук, **Е. А. Клековкина**, доцент, канд. геогр. наук, **Т. И. Кутявина**, с. н. с., канд. биол. наук, **В. В. Рутман**, м. н. с., **В. М. Рябов**, старший преподаватель, **М. Л. Сазанова**, н. с., канд. биол. наук, **Н. В. Сырчина**, с. н. с., канд. хим. наук, **Е. В. Товстик**, доцент, канд. биол. наук, **А. И. Фокина**, доцент, канд. биол. наук, **О. В. Чернова**, доцент, канд. хим. наук, **С. В. Шабалкина**, доцент, канд. биол. наук.

Т 384 Технологии переработки отходов с получением новой продукции : материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. (г. Киров, 18–19 ноября 2024 г.). – Киров : Вятский государственный университет, 2024. – 196 с.

ISBN 978-598228-284-2

В книгу вошли материалы VI Всероссийской научно-практической конференции «Технологии переработки отходов с получением новой продукции». Рассмотрены технологии переработки и рециклинга неорганических и органических отходов, методы и технологии переработки отходов производства и потребления с получением новой продукции. Представлены системы обеспечения экологической безопасности техногенных территорий, а также организационно-правовые и социальные аспекты обращения с отходами.

Сборник материалов конференции предназначен для научных работников, преподавателей, специалистов в области обращения с отходами, экологов и технологов предприятий, аспирантов, студентов высших учебных заведений.

За достоверность сведений, изложенных в материалах конференции, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

УДК 628.477(03)
ББК 38.931(03)

ISBN 978-598228-284-2

© Вятский государственный университет
(ВятГУ), 2024

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1

МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ НОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Иванова И. В., Русскова И. Г. Анализ перспектив использования древесных отходов как топливного сырья.....	7
Удоротина Е. В., Мартакова Ю. В., Казакова Е. Г., Ушаков Н. В., Кучин А. В. Порошковые лигноцеллюлозные материалы из древесной зелени ели	10
Мартынов В. В., Щемелинина Т. Н., Анчугова Е. М., Донцов А. Г. Подбор оптимальной среды на основе кородревесных отходов для культивирования ксилотрофных базидиомицетов	14
Суворов Д. А., Вакар Л. Л., Кузнецов А. Е. Повышение эффективности биологической очистки сточных вод с активным илом при использовании оксидативного воздействия	17
Багайскова Ю. В., Манаенков И. В. Применение биотехнологий для решения проблемы переработки растительных отходов, образующихся в тепличном хозяйстве.....	19
Матвеева А. А., Учаев Д. И. К вопросу переработки древесно-растительных отходов городского хозяйства в компост	22
Киреева А. Р., Фокина А. И., Харина С. А., Шишкина В. В. Разработка рецептуры лекарственных карандашей на основе пчелиного воска и смолы ели обыкновенной.....	24
Вотинцева С. А., Козвонин В. А., Товстик Е. В. Исследование экстрагирующей способности L-аргинина для извлечения флавоноидов из растительного сырья.....	27
Шутова Д. В., Соловьёва Е. С. Получение экстрактов с высоким содержанием витамина С и β -каротина из отходов переработки растительного сырья	30
Щербакова Т. П. Методы переработки агропромышленных отходов	34
Габдулхаев К. Р., Хакимуллин Ю. Н., Зимина А. С., Готлиб Е. М. Изучение возможности применения диоксида кремния из рисовой шелухи в рецептуре силоксановых резин	37
Данилова С. Н., Ямалеева Е. С., Готлиб Е. М., Охлопкова А. А., Ярусова С. Б., Гордиенко П. С. Состав и свойства синтетического волластонита, полученного на основе отходов производства риса и борной кислоты.....	40
Грошева С. В., Шлапак С. А., Тихонова И. О. Новые сорбенты из крупнотоннажных агропромышленных отходов	43
Мытько Д. В., Шибeka Л. А. Структурные особенности сорбента, полученного из отхода производства солода	46

Никитина Е. Л., Загорец П. А., Феофанова Ю. А., Качков А. А. Использование органических сорбентов для очистки воды от нефтепродуктов.....	50
Голубь Р. И., Кручиреску Д. Г., Работникова Л. И., Войтко Е. Д., Арнаут С. Л., Фёдоров С. К. Экономическая перспектива производства виноградного подкислителя.....	53
Пузик Г. А., Дорошкевич В. С., Зубкова Ю. Н. Применение гуминовых стимуляторов роста растений на лесных культурах с целью охраны биосферы.....	57
Бухарина И. Л., Пашкова А. С., Ковальчук А. Г. Технологии утилизации органических отходов с использованием биообъектов.....	61
Прокудина О. В., Песцов Г. В., Третьякова А. В., Мягкова А. С. Изучение и подбор субстратов из органических отходов для культивирования личинок насекомого <i>Hermetia illucens</i>	64
Песцов Г. В., Прокудина О. В., Третьякова А. В., Мягкова А. С. Получение белкового концентрата и липидов из личинок насекомого черная львинка	67

СЕКЦИЯ 2 ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ И РЕЦИКЛИНГ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Дьячков А. А., Рубин Е. М., Колесников А. В. Обзор перспективных методов очистки серной кислоты с сохранением целевого компонента	70
Драгунова О. А., Шадрина В. С., Крюков А. Ю., Винокурова О. В., Десятов А. В. Переработка отработанных литий-ионных аккумуляторов на основе железофосфата лития	73
Мазунин С. С., Лопарев А. А., Девятерикова С. В., Камалов К. О. Сепарация отработанных литий-ионных аккумуляторов электронных сигарет	76
Шумилова М. А., Суксин Н. Е., Чаусов Ф. Ф. Кинетика процесса осаждения никеля из отработанного электролита.....	80
Айтбаев А., Рубин Е. М., Колесников А. В. Оценка энергетических затрат электрохимического метода получения пероксида водорода.....	85
Бушуев Д. А., Зеновьев И. А., Милетенко Н. И., Кунилова И. В. Исследование эффективности магнитной сепарации золошлаковых отходов слоевого сжигания углей	89
Щербакова Т. П., Гилев Д. С. Влияние техногенной добавки на структуру и свойства цементного камня	92
Ярусова С. Б., Гордиенко П. С., Панасенко А. Е., Харченко У. В., Беленева И. А., Буланова С. Б., Данилова С. Н. Сорбция микроорганизмов силикатами кальция из техногенного сырья	97
Сырчина Н. В., Козвонин В. А. Влияние фосфоритов Верхнекамских бедных на содержание подвижных форм фосфора и калия в агродерново-подзолистых почвах.....	100

Кудрявцева А. С., Камалов К. О., Девятерикова С. В. Установка для определения газопроницаемости пористых материалов.....	103
---	-----

СЕКЦИЯ 3 ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ И РЕЦИКЛИНГ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Рубцова С. А., Хуришайнен Т. В., Чукичева И. Ю., Удоратина Е. В., Кучин А. В. Инновационные технологии переработки отходов лесопромышленного комплекса для получения новых веществ и материалов.....	108
Рябков Ю. И., Булатов С. И., Кучин А. В. Разработка новых материалов и технологий при утилизации техногенных отходов.....	111
Данилова С. Н., Охлопкова А. А., Ярусова С. Б., Дьяконов А. А., Васильев А. П., Гордиенко П. С. Разработка композиционных материалов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена с бинарным наполнением	116
Красновских М. П., Горина Э. Ю., Иванов Д. В., Мокрушин И. Г. Оценка применения продуктов пиролиза полимерных отходов в качестве добавок к дорожному битуму.....	119
Гордиенок И. А., Бродский В. А. Оптимизация систем очистки сточных вод предприятий гальванического металлургического профиля с использованием адаптивных баз данных.....	122
Малькова Ю. О., Бродский В. А., Перфильева А. В., Кисилenko П. Н. Извлечение малорастворимых соединений бария из сточных вод методом электрофлотации с целью их повторного использования в промышленности	126
Атаманова О. В., Тихомирова Е. И., Проказов Н. Д., Кошелев А. В. Очистка водных сред от сульфат-ионов модифицированным бентонитом.....	130
Рубин Е. М., Колесников А. В. Повышение выхода по току электрохимической утилизации электролитов свинцовых аккумуляторов при использовании каскада электролизеров	134
Чаусов Ф. Ф., Шумилова М. А., Пастухова Н. Н., Тимербаева З. З. Термохимические свойства осаждаемых форм меди(II), выделяемых из отработанных технологических растворов.....	138
Тимербаева З. З., Шумилова М. А., Чаусов Ф. Ф., Пастухова Н. Н., Мустакимов Р. В. Эффективность реагентов комплексного действия – ингибиторов коррозии, солеотложений, бактерицидов и альгицидов, полученных из отработанных растворов гальванических производств.....	142
Пастухова Н. Н., Тимербаева З. З., Яковлев В. А., Чаусов Ф. Ф. Эффективность цинкового комплекса нитрило-трис-метилефосфоновой кислоты как ингибитора коррозии, солеотложения и биообрастаний в системе охлаждения ТЭЦ.....	145
Писарева А. А., Лавриненко А. А. Исследование флотации золошлаковых отходов	148

Шаринов Д. А., Четвериков С. П. Биodeградация перфторкарбоновых кислот в почве и воде бактериями родов <i>Pseudomonas</i> , <i>Ensifer</i> и их ассоциациями.....	152
Миндубаев А. З., Бабынин Э. В., Минзанова С. Т. Штаммы черного аспергилла, превращающие токсикант первого класса опасности в удобрение	155

СЕКЦИЯ 4

СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВЫЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ

Ашихмина Т. Я., Тимонов А. С., Дабах Е. В., Домнина Е. А., Кантор Г. Я., Кочурова Т. И., Кутявина Т. И., Сазанова М. Л., Рутман В. В. Экологическое обследование состояния компонентов окружающей среды до начала эксплуатации филиала Экотехнопарка «Мирный»	159
Харитонов А. Э., Федосеев А. Н., Макарова А. С. Основы эколого-методической системы сохранения природных экосистем и защиты биотопов от разрушения и загрязнения вредными веществами	164
Михрабов А. И., Шлапак С. А., Тихонова И. О., Хачатуров-Тавризян А. Е. Концепция создания экотехнопарка на основе метода аналитического иерархического процесса (Analytic Hierarchy Process) с учетом региональных особенностей.....	169
Тихомирова Е. И., Кошелев А. В., Атаманова О. В., Головков В. Ф. Технологии реабилитации объектов накопленного вреда окружающей среде с получением потенциально плодородного грунта	172
Морозов А. А. Внедрение современных экологических трендов в обращении с отходами I–II классов опасности	178
Шлапак С. А., Михрабов А. И., Тихонова И. О. Анализ перспектив снижения выбросов парниковых газов от биоразлагаемых отходов.....	181
Кропачева С. А., Ашихмина Т. Я., Рутман В. В. Отношение населения г. Кирова к проблеме раздельного сбора коммунальных отходов.....	184
Щитковская Т. Р., Муртазина Д. Р., Гайсина Л. А. Правовые аспекты в обращении с отходами и пути их решения.....	189
Щитковская Т. Р., Мубаракова Э. Р., Гайсина Л. А. Ресурсосберегающие технологии переработки отходов.....	192

ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИООБЪЕКТОВ

И. Л. Бухарина, А. С. Пашикова, А. Г. Ковальчук

Удмуртский государственный университет, buharin@udmlink.ru

Существует ряд методов утилизации органических отходов различного происхождения и морфологического состояния. Но большинство органической составляющей общей массы образующихся в мире отходов не перерабатывается эффективно. Для обеспечения экологичной, эффективной и экономически целесообразной переработки органических отходов следует применять биотехнологии, которые позволяют снизить негативное воздействие на окружающую среду. Переработка органических отходов с использованием личинки мухи черная львинка – *Hermetia illucens* – пример подобной биотехнологии, который основан на природной способности личинок перерабатывать органику с образованием полезного продукта – биогумуса (зоогумуса).

Ключевые слова: утилизация отходов, вторичное сырьё, биотехнологии, живые организмы.

В настоящее время проблема органических отходов приобрела глобальные масштабы. Крупные города по всему миру регулярно образуют миллионы тонн органических отходов, как растительного, так и животного происхождения. Согласно исследованию, проведённому по заказу продовольственной и сельскохозяйственной организации объединённых наций (ФАО), ежегодно образуется более 1 млрд т пищевых отходов [1].

В соответствии с докладом «Индекс пищевых отходов», подготовленного Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) при участии Международной благотворительной организации «Программа действий по отходам и ресурсам» (WRAP), человечество выбросило около 19% продуктов питания, произведенных в 2022 г. (1,05 млрд т). Об этом сообщает Associated Press [2].

Согласно информации Публично-правовой компании «Российский экологический оператор», озвученной 1 мая 2020 г. во время презентации федеральной схемы по обращению с отходами, в Российской Федерации существует более 1200 предприятий по утилизации отходов с суммарной мощностью переработки более 37 млн т отходов ежегодно. При этом текущий показатель утилизации, в частности по твёрдым коммунальным отходам (ТКО) варьирует в пределах 4–5%, т. е. не более 3,5 млн т/год. Таким образом, при объёме накопления ТКО до 65 млн т/год по всей стране, менее 10% имеющихся мощностей заняты утилизацией отходов [3].

В Удмуртской Республике (УР) проблема органических отходов также требует внимания. В Удмуртии развит аграрный сектор промышленности, также имеется ряд крупных животноводческих комплексов. В городах и районных центрах республики большое количество отходов образуют гипермаркеты и предприятия общественного питания. Ежегодно образуется, в среднем, около 4 млн м³ отходов и только 3–4% из этого количества идет в промышленную переработку.

Среднегодовой объем образования отходов производства и потребления в республике составляет около 700 тыс. тонн или 2,8 млн м³. При этом 70% образующихся отходов приходится на твердые бытовые отходы, 30% – на деятельность предприятий и организаций (промышленные отходы).

В мире наблюдается постепенный переход стран к экономике замкнутого цикла, например, переработка органических отходов сельского хозяйства с получением животного белка для кормления животных и птицы, так называемый тренд перехода на высокобелковые корма с низкой себестоимостью [4]. Таким образом, переработка органических отходов сельского хозяйства с помощью личинок мух решает несколько критических задач развития сельского хозяйства: производство дешевого и качественного животного белка; вовлечение биологических отходов во вторичную обработку; снижение негативной нагрузки на окружающую среду [5].

В качестве перспективного и безвредного с экологической точки зрения способа утилизации органических отходов можно рассматривать переработку с применением живых организмов. Одним из таких объектов является муха черная львинка – *Hermetia illucens*. Личинки мухи применяются для производства косметологической продукции, биологических добавок для кормов, а также в фармацевтике. Наши исследования направлены на изучение возможности применения личинок *H. illucens* для переработки органических отходов.

Личинок черной львинки выращивают на субстрате из растительного сырья или пищевых отходов, причем его биоконверсия достигает 77%, что обуславливает низкую стоимость готовой продукции [6].

Личинки как универсальные деструкторы могут расти и развиваться на различных субстратах, полученных из отходов агропродовольственной промышленности, или смешанных городских органических отходах, отходах продуктов питания ресторанов и рынков, фруктовых и овощных отходах, пивной, отходах пищевой промышленности, навозе животных, например, птичьим помете, коровьем и свином навозе фекалиях человека и фекальных осадках, отходах бойни, рыбных отходах [7].

Процесс переработки отходов с использованием личинок мухи отличается от других методов утилизации. Органические остатки не требуют предварительного механического измельчения, так как личинки сами перерабатывают их в мелкие частицы в процессе питания и переваривания. После извлечения питательных веществ из органических отходов объем последних уменьшается на 70–80%. Максимальная скорость биоконверсии составляет не менее 0,9 кг в сут./ м² [8].

По оценкам Meticulous Research, к 2030 г. мировой рынок черной львинки достигнет 2,57 трлн долларов, к 2030 г. мировой рынок белка из насекомых в стоимостном выражении достигнет \$8 млрд США [9].

В 2024 г. в рамках стратегического проекта «Новое качество жизни: ответы на современные биоэкологические вызовы» по направлению «Инновационные технологии в сфере обращения с отходами» программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» было подписано Соглашение о сотрудничестве между Удмуртским государственным университетом и производственными партнерами. Результатом соглашения стало создание научно-производственной площадки (далее – НПП) по переработке органических отходов.

Одним из примеров научных разработок, произведенной на базе НПП, является использование белковой кормовой добавки, полученной из личинок черной львинки для внедрения в рацион кормления сельскохозяйственных животных с учётом энергетических потребностей животных в Удмуртской Республике и других регионах России.

Таким образом, использование личинок черной львинки в переработке органических отходов дает возможность развития сферы экологически безопасной переработки отходов, которая может частично компенсировать затраты, путем реализации побочной продукции.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, соглашение № 075-15-2024-542.

Библиографический список

1. Rethinking organic wastes bioconversion: Evaluating the potential of the black soldier fly (*Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) (BSF) / K. C. Surendra, J. K. Tomberlin, A. van Huis et al. // Waste Management. 2020. No. 117. P. 58–80.
2. Миллионы людей сталкиваются с хроническим голодом. Тем не менее, мир тратит впустую 19% своего продовольствия, сообщает ООН [Электронный ресурс]. – URL: <https://apnews.com/article/united-nations-food-waste-report-2024-18018b352ac6bd7be9925e1551-1254ac> (дата обращения: 18.10.2024).
3. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2023 год. М. : Росгидромет, 2024.
4. Перспективы использования муки из личинок мух в животноводстве / А. И. Хатунцев, В. П. Старухин, В. А. Саакян, М. Н. Аргунов // Инновационные технологии и технические средства для АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. Воронеж, 2016. С. 174–176.
5. Новые подходы к утилизации биологических отходов / В. Дедяева, М. Аргунов, А. Варенцова и др. // Комбикорма. 2018. № 11. С. 74–75.
6. Особенности биоконверсии органических отходов личинками мухи *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae, Linnaeus, 1758) / Н. А. Ушакова, А. И. Бастраков, В. П. Карагодина, Д. С. Павлов // Успехи современной биологии. 2018. Т. 138, № 2. С. 172–182.
7. Использование личинки черной львинки (*Hermetia illucens*) в качестве кормового объекта в аквакультуре и утилизации органических отходов / С. Ж. Асылбекова, Р. Т. Баранов, А. А. Мухрамова, Е. Ф. Булавин // Gylymžāne bilim. 2022. Т. 2, № 2 (67). С. 112–122.

8. Бастратов А. И., Ушакова Н. А., Павлов Д. С. Получение биомассы личинок мухи черная львинка *Hermetia illucens* использование ее как кормовой добавки и в составе комплексного пробиотического препарата для животных // Проектная культура и качество жизни. 2015. № 1. С. 538–547.

9. The International Platform of Insects for Food and Feed [website]. – URL: <https://ipiff.org/>) (accessed: 18.10.2024).

Научное издание

ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ
С ПОЛУЧЕНИЕМ НОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Материалы

VI Всероссийской научно-практической конференции

18–19 ноября 2024 г.

Компьютерная верстка: Е. М. Кардакова

Дизайн обложки: Ю. Д. Иванова

Вятский государственный университет,

610000, г. Киров, ул. Московская, 36.

Подписано к печати 25.12.2024. Формат 60 x 84/16.

Бумага офсетная. Гарнитура Times.

Усл. печ. л. 11,27. Тираж 30 экз. Заказ № 97.

Отпечатано с готового оригинал-макета

в типографии ООО «Издательство «Радуга-ПРЕСС».

610029, г. Киров, п. Ганино, ул. Северная, 49А. Тел. +7 912 828 45-11

E-mail: raduga-press@list.ru