

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
Средняя общеобразовательная школа №29 города Липецка «Университетская»

Возможности утилизации пластиковых отходов с помощью жуков-вредителей

ФИО учащегося
Терехова Арина Романовна
9 класс

ФИО руководителя
Беликова Олеся Геннадиевна
Учитель химии и биологии

Липецк

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1 Литературный обзор по теме исследования	5
1.1 История пластиковой бутылки	5
1.2 Польза и вред пластика	6
1.3. Основные способы утилизации пластика	8
1.4 Биологический способ утилизации пластика	10
1.5. Общая характеристика мучного хрущака и его личинок	12
Глава 2 Экспериментальная часть	15
2.1 План исследования	
2.2 Эксперимент	
Заключение	19
Библиография	20
Приложения	21

ВВЕДЕНИЕ

Жизнь современного общества невозможно представить без пластика, который прочно вошел в нашу промышленность, а также ежедневный быт. Мы пьем воду из пластиковых бутылок, храним пищу в пластиковых контейнерах, используем пакеты при покупках в магазинах и для мусора, одноразовую посуду и так далее. Ни одна из отраслей промышленности не может обойтись без изделий из пластика.

Зачастую современные блага цивилизации создают не только удобства для людей, но и наносят непоправимый урон природе. Только за последние 10 лет, в мире было произведено больше пластиковых изделий, чем за предыдущее столетие. Одноразовые пакеты забивают канализационные системы городов и создают угрозы наводнений, пластмассовый мусор засоряет берега и прибрежные зоны, предназначенные для отдыха.

Китайские биологи из Пекинского университета авиации и космонавтики обнаружили, что мучные черви способны перерабатывать такую распространённую форму пластика, как пенопласт. При отсутствии более вкусной пищи личинки поедают пенопласт и перерабатывают около 48% его массы в углекислый газ.

Актуальность данной работы определяется тем, что необходимо найти способы сохранения окружающей среды и уменьшить количество пластика на планете.

Цель работы - исследовать биологический способ переработки пенопласта, полиэтилена и пластика благодаря предполагаемому свойству личинок мучного хрущака усваивать и утилизировать отходы.

Объект исследования – личинки мучного хрущака

Предмет исследования – способность личинок перерабатывать пластик

Гипотеза исследования – личинки мучного хрущака могут перерабатывать пластик.

Чтобы проверить гипотезу мы использовали различные **методы исследования:**

1. Анализ информации, представленной в специальной литературе и на Интернет-ресурсах.

2. Эксперимент

3. Наблюдение

4. Микроскопирование

5. Анализ и обобщение

В ходе исследования решались следующие задачи:

1. Изучить возможные способы утилизации пластика.

2. Экспериментально протестировать новый метод, предложенный учеными.

3. Проанализировать, как сказывается на личинках мучного хрущака употребление в пищу пластика.

4. Определить количество съеденного материала за две недели и наличие пластика в экскрементах.

5. Выявить практическую пользу экскрементов.

Практическая значимость проекта – в своей работе мы проверим, возможно ли создание нового, безопасного и дешевого способа борьбы с утилизацией пластика, пенопласта, полиэтилена с помощью личинок мучного хрущака, и если это возможно, то может быть в дальнейшем из них можно будет выделить фермент, который также будет разрушать этот материал.

ГЛАВА 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 История пластиковой бутылки

Современной молодежи может показаться, что пластиковые бутылки были в обиходе всегда, настолько прочно они заняли свою нишу в цивилизации. И действительно, сегодня мало какая продукция обходится без использования пластика – хотя бы для качественной и надежной упаковки. Но старшее поколение, выросшее в СССР, еще должно прекрасно помнить те времена, когда бутылки из пластика только появлялись, и были настоящим дефицитом. Кто придумал пластиковые бутылки?

Изначальным изобретателем прародителя пластика (паркезина) стал английский ученый Александр Паркс еще в 1862 году, но настоящее проникновение пластика почти во все сферы жизни человека началось примерно на столетие позже. Сегодня купить готовые изделия из ПНД и ПВД стало возможным благодаря гениальному Натаниэлю Уайету. Именно он предложил изготавливать тару для газированных напитков из пластика. Его оппоненты высказывали сомнения, что этот материал способен выдержать давление углекислого газа.

Убедившись, что в существующие уже на тот момент банки и бутылки для моющих средств действительно нельзя наливать газированные напитки (тару неминуемо раздувало), Натаниэль начал эксперименты с полимерами с целью увеличить прочность пластика сразу в двух направлениях. Так появилась на свет новая форма для бутылок с перекрестными нарезками. Это не дизайнерское решение, а необходимость, ведь таким образом молекулы полимера выстраиваются нужным образом в момент прессования, обеспечивая стойкость и долговечность изделия.[4]

Но на этом изыскания не закончились, и для придания веществу прозрачности, эластичности и легкости, полипропилен в формуле был заменен на полиэтилентерефталат. Так появились знаменитые ПЭТ-бутылки, отличающиеся безопасностью и подходящие для вторичной переработки. Уайет запатентовал процесс, и не зря – на данный момент объемы производства пластиковых бутылок

ежегодно только растут, причем цифра уже давно перевалила за 10 миллионов экземпляров.

Первыми внедрить новый вид бутылок под напитки решилась компания DuPont, но почти сразу же на материал обратили внимание такие гиганты, как Кока-Кола и Пепси. Естественно, объемы производства бутылок из пластика сразу же колоссально увеличились.

Если говорить об СССР, то первый завод по производству лимонада, который разливали в пластиковые изделия, был открыт в Новороссийске в 1974 году под руководством компании Пепси. [2]

Понять, почему же пластиковые бутылки столь мгновенно приобрели огромную популярность, несложно. Они отличаются дешевизной (в сравнении с старой из стекла и металла), удобством транспортировки, легкостью и безопасностью. Можно с уверенностью сказать, что пластик – самая распространенная тара во всем мире. А из переработанных бутылок изготавливают полиэстер, подходящий для создания утеплителей, наполнения мягких игрушек, спальных мешков и др.

В России существует немало заводов, где можно заказать изготовление собственной партии или купить готовые изделия из ПНД и ПВД, но мировым лидером по производству и применению пластиковой тары уже несколько лет остается Китай. Также наибольший спрос на такие изделия сохраняется в Европе, США, странах Юго-Восточной Азии и Мексике. Пластик путешествует между континентами, и уже не осталось ни одной страны в мире, которая не использует столь выгодный и практичный материал.

1.2. Польза и вред пластика

Мы живем в мире современных технологий. Посмотрите вокруг себя. Пластиковые бутылки, упаковки, широко используются в быту. Да, конечно, они очень удобны в применении: легкие, прозрачные, в отличие от стеклянных, пластиковая тара не бьется, удобно транспортировать. Но есть большой минус – трудность в переработке и утилизации.

Пластмассы изготавливают из множества химических веществ для улучшения их свойств. Многие из них не входят в химический состав самого пластика, а значит, они токсические составляющие могут с легкостью попадать в организм человека: испаряться в воздухе и вдыхаться, впитываться в кожу, смешиваться с едой и питьем. Пить горячий кофе с пластиковой чашки, разогревать пищу в пластиковых контейнерах в микроволновке, дышать возле сгорания пластикового мусора - это не полный список, который наносит вред здоровью человечества.

Добавки, которые входят в состав пластика могут наносить серьезный вред организму. Сам пластик в чистом виде достаточно непрочный, хрупкий материал - на свету он трескается, от жары плавится. Поэтому в него добавляют вещества - стабилизаторы. Например, химическое вещество под названием «пластификаторы» добавляют в пластмассу для придания гибкости ПВХ. Самое вредное химическое вещество – бисфенол А – мощный разрушитель эндокринной системы. Эндокринная система регулирует жизненно важные функции организма: ЧСС, метаболизм, пищеварение, температуру, сон, настроение, половую функцию и так далее. Учитывая тот факт, что бисфенол содержится в детских бутылочках, посуде для детей, пустышках, можно представить какой вред он наносит растущему детскому организму. В некоторых странах запретили использовать бисфенол в производстве детских бутылок и сосок. [3]

Учёные предполагают, что бисфенол-А может оказывать негативное воздействие даже на структуру ДНК.

Масштаб нанесения вреда на организм человека, прежде всего, зависит:

- 1) От регулярности употребления напитков и воды из пластиковой бутылки. При проведении исследований в Гарвардском университете, ученые выяснили, что если употреблять такую воду из пластмассовой бутылки в течении недели, то уровень бисфенола повышается почти на 70%;
- 2) От температуры. Выше температура, значит, активнее происходит загрязнения воды бисфенолом из пластика. А если специально греть пластиковые бутылки, то

выделение биосфинола повышается в 50 раз. Поэтому, родителям маленьких детей следует знать, что нагревать детские бутылки с водой, детским питанием нельзя.

Биосфинол не единственный химикат, разрушающий эндокринную систему. Существуют еще фталаты.

Вред пластика для воздуха не менее опасен, большую часть использованной пластиковой тары сжигают. При этом в атмосферу выбрасывается огромное количество ядовитого дыма, который почти полностью состоит из продуктов разложения химикатов и полимеров. Попадая в воздух, дым может вызывать острые отравления, интоксикации. К примеру, при горении пластика образуется вещество фосген – самое мощное боевое отравляющее вещество.

По данным Комитета ООН по охране природы, ежегодно пластиковые отходы становятся причиной смерти около 1 миллиона птиц, более 100 тысяч морских животных и огромного количества рыб.

Но есть и положительные моменты: пластиковая тара подлежит вторичной переработке. По статистике около 70% ТБО, в том числе и пластика, можно использовать для повторной переработки. Из переработанного пластика можно сделать: канцелярские товары, одежду, мебель, велосипеды, стройматериалы и многое другое. Такое производство по переработке, в частности пластика, налажено в Швейцарии - 95%, Германии -85%, в Великобритании -70%.

Переработка пластика и получения вторичного сырья выполняет одну из важнейших экологических задач – сокращение выбросов вредных веществ в атмосферу. Сжигание ПЭТ тары и прочих пластмасс сильно вредит окружающей среде, а переработка позволяет не только исключить это, но и в значительной мере сократить ресурсы при изготовлении различной продукции. [2]

1.3. Основные способы утилизации пластика

Изучив литературу по данному вопросу, мы выяснили, что существуют четыре метода утилизации твердых бытовых отходов (ТБО): захоронение на полигонах и свалках; сжигание; компостирование; вторичная переработка.

Переработка пластика - это самая актуальная проблема в борьбе со свалками. Но в России переработка пластика развита мало, и вторичная переработка только начинает развиваться. Для начала в каждом городе надо установить контейнеры для отдельного сбора ТБО (стекло, пластик, картон и т.д.)

Существуют плюсы и минусы раздельного сбора:

1) Плюсы: в почву, воду, воздух не попадают вредные вещества, в результате использования вторсырья удешевляется конечный продукт, сокращается количество мусора на земле. Все перечисленное ведет к тому, что мы становимся хозяином планеты, который бережет её богатство, преумножает их, заботится о человечестве, растительном и животном мире.

2) Минусы: долгая окупаемость процесса вторичной переработки, высокая стоимость оборудования, безответственное отношение населения к разделению утиля.

Для переработки пластика существует несколько способов:

1) Сжигание. Плюс такого способа утилизации - тепло, которое используется при сжигании может обогревать помещение. Но, есть и минус – в воздух выделяются токсические вещества, которые поступают в окружающую среду.

2) Гранулирование. Это очень сложный процесс и затратный.

3) Химическая утилизация. Это тоже дорогостоящий метод утилизации.

4) Пиролиз – инновационная технология.

Самый простой способ – вторичная переработка.

Основными преимуществами вторичной переработки являются:

1) сохранение первичных ресурсов для наших потомков;

2) возвращение материалов в хозяйственный оборот;

3) сокращение количества отходов, которые вывозятся на свалку.

Изучив данные методы, можно сделать вывод, что для утилизации пластиковых отходов с экономической и экологической точки зрения, метод вторичной утилизации самый безопасный.

Вторичное использование переработанного пластика можно встретить везде: автомобильные запчасти, бутылки для напитков, тара для еды, капельницы, бахилы, канцелярские товары, корпуса для телевизора и многое другое.

В Западной Европе уже давно данная проблема решается. Производители различной техники и оборудования выпускают автомобильные запчасти: двери, бамперы.

У нас же пока дела в этом плане весьма плачевны. Большая проблема для России – нет отдельного сбора ТБО. А это, один из первых шагов к переработке отходов без которого не решить проблему мусора в стране.

В России 2017 год был объявлен годом экологии, в связи, с чем было намечено множество мероприятий, направленных на улучшение экологической ситуации в стране. С января 2019 года в России действует национальный проект «Экология», цель которого направлена на улучшение качества жизни людей. Работы распланированы до 2024 года. Возможно, что-то изменится и в ситуации с бытовыми отходами, особенно пластиковыми, употребление которых приобретает все более серьезную опасность для окружающей среды. [5]

1.4 Биологический способ утилизации пластика

Возникла необходимость создания нового, более безопасного способа утилизации пластика, полиэтилена и пенопласта. Предположили, что существуют живые существа, которые способны ферментативно перерабатывать пластик.

Первоначально считалось, что личинки восковой моли (*Galleria mellonella*) способны утилизировать пенопласт. Первые результаты исследований на эту тему появились в 2017-м году. Исследователи поместили выборку из 100 личинок восковой моли в сосуд с пластиковым пакетом. Через 40 минут в пакете стали появляться дыры, а за 12 часов масса пластика уменьшилась на 92 миллиграмма.

Ученые нашли неожиданное решение проблемы загрязнения природы пенопластом и прочим мусором из пластика — оказалось, что обычные личинки большого мучного хрущака (*Tenebrio molitor*), которых подают в качестве еды в китайских ресторанах, а некоторые люди используют как корм для домашних рептилий и лягушек, умеют частично переваривать эти полимеры. [6]

«Это действительно революционное открытие. На мой взгляд, нам удалось достичь самого серьезного прорыва в экологической науке за последние 10 лет», — прокомментировал свое открытие Вэй-Мин Ву (Wei-Min Wu) из Стэнфордского университета (США) в интервью американскому телеканалу CNN.

В ходе этих экспериментов ученые скармливали членистоногим небольшие кусочки пенопласта и других полимеров, наблюдая за тем, ели ли их личинки и могли ли они питаться «чистой» диетой на базе полиэтилена, пенопласта и прочих компонентов пластикового мусора.

К большому удивлению Ву и его коллег, им удалось быстро найти сразу два подобных вида насекомых – личинок обычного большого мучного хрущака (*Tenebrio molitor*) и их южных родичей — личинок индийских амбарных огневок (*Plodia interpunctella*). Первые из них, благодаря бактериям из рода *Exiguobacterium*, могут съедать до 40 миллиграммов полистирола в день, что примерно равно весу одной маленькой таблетки.

Исследователи выяснили, что мучные черви с лёгкостью перерабатывают пенополистирол в биоразлагаемые отходы, хотя обычно подобные материалы разлагаются в природе с трудом и становятся причиной массового загрязнения.

В ходе эксперимента учёные кормили колонию из сотни мучных червей пенопластом и другими формами полистирола. В течение 24 часов черви потребляют от 34 до 39 миллиграммов пластика, преобразовывая около половины в двуокись углерода (то же самое происходит и с любым другим источником пищи). Бактерии в кишечнике червей превращали другую половину в биоразлагаемый помёт. Исследователи полагают, что этот помёт вполне можно использовать в качестве удобрения сельскохозяйственных культур, он не нанесёт никакого вреда окружающей среде.

Амбарные огневки, в свою очередь, оказались специалистами по «утилизации» полиэтилена — они способны съесть несколько миллиграммов пленки из этого вещества, используя тандем бактерий из родов *Enterobacter* и *Bacillus*. Как и мучные черви, огневки не способны

переваривать полимеры самостоятельно — если этих микробов удалить из их кишечника, то личинки погибнут, потеряв возможность извлекать питательные вещества из пластика.

Открытие и того и другого необычного свойства этих насекомых, как объясняет Ву, открывает новые пути для утилизации пластика, уничтожение которого теперь можно проводить как при помощи личинок огневок и хрущаков, так и используя те бактерии, которые были найдены в их кишечнике. Первое может быть даже предпочтительнее, так как сами личинки могут потом идти на корм для домашних птиц, рыб и в экзотические блюда китайских ресторанов, что сэкономит дополнительные средства. [1]

Учёные также надеются найти созданий, обитающих в море, которые смогут переработать тонны пластиковых отходов, в настоящее время загрязняющих Мировой океан и убивающих птиц, черепах, рыб и других обитателей водной среды. Вероятно, некоторые насекомые обладают более мощными ферментами, способными расщеплять отходы.

1.5 Общая характеристика мучного хрущака и его личинок

Домен: Эукариоты

Царство: Животные

Тип: Членистоногие

Класс: Насекомые

Отряд: Жесткокрылые

Семейство: Чернотелки

Род: *Tenebrio*

Вид: **Большой мучной хрущак**

Жуки достигают 12—18 мм в длину. Тело довольно плоское, боковые стороны почти параллельны. Сверху жук чёрно-бурый, со слабым жирным блеском, снизу красноватый. Усики 11-члениковые, четковидные; ширина грудного щита больше длины, задние углы его прямые; надкрылья с тонко и густо продольно пунктированы со слабо возвышенными тонкоморщинистыми промежутками между пунктирами.[3]

Личинка длиной до 2,5 см и более, голая, буровато-жёлтая, цилиндрическая, безглазая, с тремя парами грудных ножек, каждая ножка с коготком; усики 4-членистые, верхние челюсти на вершине раздвоенные. Задний членик тела конусовидный, кончается двумя крючками, направленными кверху; заднепроходное отверстие помещается на заднем краю предпоследнего членика на небольшом возвышении, перед которым находятся ещё две небольших бородавки — всё это играет роль подталкивателя при передвижении личинки.

Куколка белая, нежная, с двумя роговыми шипиками на заднем кольце; брюшные кольца вытягиваются по бокам в четырёхугольные, буроватые выступы.

Жук-мукоед питается практически всем. Они не против полакомиться мучными изделиями, отрубями, другими полуфабрикатами и т. д. Если для них закрыт доступ к сыпучим продуктам питания, то они могут переключиться на другие продукты, вроде шоколада, орехов, сухофруктов, клея, картона, трикотажа и т.д. Продукты питания, которые подверглись нашествию этих вредителей, не пригодные к дальнейшему употреблению.

Жуков и их личинок без проблем можно удалить механическим путем, но с их яйцами намного труднее, из-за очень маленьких размеров. К тому же, они прочно удерживаются на любой поверхности. Находясь в продуктах питания, вредители после себя оставляют отходы своей жизнедеятельности: особенно следует отметить особый запах, от которого невозможно избавиться.

Вред, причиняемый мучными жуками, состоит главным образом в том, что они загрязняют муку своим калом и шкурками, сбрасываемыми при линьке.

В качестве эффективных методов борьбы против мучного хрущака, можно порекомендовать:

- Избавиться от сыпучих продуктов питания, сухофруктов и других продуктов, которые любят жуки-мукоеды.
- Те шкафчики, где хранились эти продукты, придется обработать слабым раствором уксуса с водой. Этим же раствором желательно обработать пол и другие, прилегающие к мебели, поверхности. После этого помещение

нужно хорошо проветрить, поскольку вредители не любят притока свежего воздуха.

- Особое внимание следует уделить местам в районе плинтусов. Их следует обработать химическими веществами.

Личинки, взрослые жуки и куколки используются в качестве корма для различных содержащихся в неволе птиц, мелких зверьков, амфибий, рептилий, крупных аквариумных рыб, муравьев, а также как наживка в рыболовстве.

Весь цикл жизни насекомого занимает около года. Период наибольшей активности и размножения приходится на июль-август. В это время хрущаки активно перемещаются, поэтому в сумерках и ночью часто можно услышать низкое глухое жужжание насекомого или увидеть его. На открытых территориях, например, на дачах, в этот момент хрущаки могут громко биться в стёкла и врезаться в различные препятствия, в том числе и в человека. За свою жизнь мучной хрущак проходит различные стадии развития. Самка мучного хрущака за один раз откладывает до 200 яиц в тех местах, где она питается. Сколько развиваются яйца зависит от температуры воздуха, при +22 градусах и выше до вылупления проходит в среднем 1-3 недели. Из яиц появляются личинки с первичными признаками взрослых особей. Сколько будут расти личинки зависит от внешних условий, этот процесс может занимать от 4 месяцев до года. [7]

. Взрослый мучной хрущак живёт 1-2 месяца, за которые успевает размножиться и весь процесс воспроизводства начинается сначала. Наибольший вред хрущаки наносят на стадии роста и развития, так как личинки активно питаются, чтобы расти и развиваться, а взрослые особи сосредоточены по большей части на том, чтобы оставить потомство. Эффективно уничтожать хрущаков можно на любой стадии развития, кроме яиц, так как ни один из современных инсектицидов не способен пропитать оболочку яйца достаточно для того, чтобы убить ещё не вылупившихся насекомых.

ГЛАВА 2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 План исследования

Для проведения исследования нами были закуплены 300 личинок мучного хрущака на сайте «Авито».

Также мы использовали:

- Колбы и пробирки,
- электронные лабораторные весы,
- полиэтилен, пластик, пенопласт,
- фотоаппарат
- калькулятор,
- ноутбук,
- овсяные хлопья.

План исследования:

- а) первичное взвешивание личинок и пластиковых отходов;
- б) размещение личинок в разные контейнеры с пенопластом, полиэтиленом и пластиком и в контрольные колбы (с овсянкой)
- в) наблюдение за жизнедеятельностью личинок мучного хрущака;
- г) проведение первого взвешивания через неделю, затем через две.
- д) анализ результатов, составление итоговой таблицы и графиков;

2.2. Эксперимент

Для начала была создана среда для проведения эксперимента: обеспечена оптимальная влажность (60-70%) и комфортная температура (21-24 °С) в контейнерах, обеспечен доступ к кислороду.

Номер контейнера	Количество особей	Питание
1	100 личинок	Измельчённый полистироловый пенопласт
2	100 личинок	Полиэтиленовый пенопласт
3	100 личинок	Овсяные хлопья (контроль)

Контрольное взвешивание личинок и пластиковых отходов проводилось трижды: до начала опыта, в конце первой недели и в конце эксперимента. По истечению двух недель нами были сделаны окончательные замеры и на основе полученных данных были составлены следующие таблицы. (приложение 1)

В итоговой таблице видно, что масса всех исследуемых объектов уменьшилась.

На 7-8 день во всех контейнерах начали образовываться куколки. В ходе лабораторного эксперимента сто червей съедали примерно по 40 миллиграмм пенополистирола в день, при этом их состояние не отличалось от состояния червей из контрольной группы, которых кормили нормальным рационом. Это значит, что питание пластиком, пенопластом и полиэтиленом не нарушает цикл развития хрущака. Процесс исследования подтверждают фотографии.

Лучше всего личинки утилизировали измельчённый пенопласт. На втором месте по утилизации разместился неплотный полиэтилен. Также мы заметили, что при увеличении температуры примерно на 10 °C скорость поедания пластика увеличивается в несколько раз.

Лабораторная оценка экскрементов особей проводилась для определения наличия или отсутствия в кале организмов остатков пластика.

Частицы пластика мы определяли с помощью микроскопа с увеличением x16.

Методика анализа экскрементов на наличие пластика.

Для анализа мы использовали метод жидкого окисления в перекиси водорода.

Используя этот метод, мы учитывали, что частицы пластика можно идентифицировать как микропластик если он:

1. Имеет размер от 5,0 до 0,3 мм;
2. Не подвержен разложению в перекиси водорода;
3. Проходят флотацию в растворе NaCl (1.15 г/мл) 5M (1,62 г/мл) 5,4M;
4. Проходят визуальный контроль под микроскопом при увеличении 40X.

Оборудование и материалы, используемые при отборе проб воды на наличие микропластика представляют собой:

- аналитические весы;
- металлическая лопатка

- электрическая лабораторная плитка;
- Раствор Fe (II) молярный 0,05 М;
- Раствор перекиси водорода 30 %;
- штатив лабораторный;
- микроскоп.

Провели жидкое окисление в перекиси водорода для избавления от органических веществ. Для этого сначала приготовили раствор Fe (II). К 500 мл дистиллированной воды добавляется 7,5 г $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (конц. 278,05 г/моль) и 3 мл концентрированной серной кислоты. Полученный раствор, в количестве 20 мл, добавляется в химический стакан с просушенными твердыми частицами. Следом влили 20 мл перекиси водорода 30 %.

После соединения растворов дали смеси отстояться в течение 5 минут при комнатной температуре. Затем накрыли стакан лабораторным стеклом и нагреть на лабораторной плите до 75 °С. Как только на поверхности стали появляться пузырьки газа, сняли стакан с плиты и отставили в сторону, до прекращения кипения. Снова нагрели стакан до температуры 75 °С и в течение 30 минут поддерживали данную температуру. Повторяли эту процедуру до тех пор, пока природное органическое вещество полностью не исчезло. Добавили 6 г соли (NaCl) на для увеличения плотности раствора, нагрели раствор до 75 °С, пока соль не растворится.

Дали смеси отстояться в течении ночи, визуально рассмотрели осадок на наличие микропластика, далее, провели анализ, используя микроскоп. С помощью микроскопа были рассмотрены все пробы и обнаружено в них вкрапления измельчённого пластика. Это доказывает, что личинки мучного хрущака питаются пластиком, но полностью его не перерабатывают.

В интернете мы нашли информацию, что можно использовать экскременты в качестве азотных удобрений, мы решили провести эксперимент. Для начала мы определили, есть ли в пробах азот, используя следующую методику.

Методика обнаружения азота

Небольшую порцию анализируемого вещества сплавляли с кусочком металлического натрия. Когда весь натрий прореагировал, охладили пробирку, залили ее водой и прокипятили. К полученному раствору добавили крупинку сульфата железа (II) и вновь нагрели. Затем добавили соляную кислоту. Появилось светлое синее окрашивание, что свидетельствует о наличии азота в экскрементах.

После этого мы решили провести эксперимент на растениях. В качестве подопытного растения был взят Овёс посевной, так как это достаточно неприхотливая культура. Фиксация результата проводилась каждые 15 дней. Результаты показывают, что экскременты действительно можно использовать в качестве азотных удобрений, всходы овса с экскрементами были чуть выше.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного экспериментального исследования, нами были сделаны следующие выводы:

1. Был экспериментально опробован новый биологический метод утилизации пластика, личинки мучного хрущака в течении двух недель питались пенопластом и пластиком;
2. Личинки способны перерабатывать пластик, но в малом объёме, в ходе эксперимента 100 червей съедали в среднем 40 мг в день, причем лучше всего они утилизировали тонкий полиэтилен.
3. Употребление пластика не повлияло на личинок мучного хрущака, в цикле развития присутствовали куколка и жук.
4. Было выявлено, что личинки перерабатывают пластик, а процент содержания азота в экскрементах позволяет использовать их в качестве азотных удобрений;
5. В дальнейшем личинку мучного хрущака можно использовать для получения фермента, способного разрушать пластик.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Потапова Е.В. Проблема утилизации пластиковых отходов//Известия Байкальского государственного университета-2018г.-3 том- 1 статья
2. Современные средства и методы обеспечения ветеринарного благополучия по инфекционной и протозойной патологии животных, рыб и пчел. Современные средства и методы обеспечения ветеринарного благополучия по инфекционной и протозойной патологии животных, рыб и пчел: метод. рекоменд. по лабораторному содержанию и разведению большой восковой огневки *Galleria mellonella* L. М., 2011. С. 156-178.
3. Соколовский М.И. ,Щербаков Ю.Н., Козлов А.С., Вайсман Я.И., Карманов В.В., Коротаев В.Н. Способы утилизации и изделий из органических пластиков//Научные труды Дальрыбввуза.- 2009г.- том 1- статья 16.
4. Носенко Т.Н., Рябинин И.А., Фокина М.И., Васильева Н.В., Денисюк И.Ю. Особенности организации колоний *ASPERGILLUS* SPP. При росте в присутствии Поливинилхлорида//Проблемы медицинской микологии.- 2018г.-1 том- 5 статья.
5. Плавильщиков Н. Н. Определитель насекомых: Краткий определитель наиболее распространённых насекомых европейской части России. -М.: Топикал, 1994., 544 с.
6. Потапова Е.В. Проблема утилизации пластиковых отходов//Известия Байкальского государственного университета-2018г.-3 том- 1 статья
7. <https://www.bbc.com/russian/features-43796698>
8. <https://www.dw.com/ru/микроорганизмы-решат-проблему-переработки-миллионов-тонн-пластика/a-53353067>
9. <https://designnews.ru/news/bakteriya-perevariet-ispolzovannuyu-plastikovuyu-upakovku-vsego-za-neskolko-chasov/>
10. <https://www.irb.basnet.by/ru/pererabotka-plastikovyx-otxodov-razlichnymi-vidami-zhivyx-organizmov/>

ПРИЛОЖЕНИЯ

приложение 1

Таблица 1 Изменение массы питания червей с течением времени.

Масса в граммах			
	Замер 1 (начало опыта)	Замер 2 (через 1 неделю)	Замер 3 (через 2 недели)
Полистирольный пенопласт	1,250	0,930	0,258
Овсянка	9,120	3,810	1,235
Неплотный полиэтилен	0,028	0,015	0,009

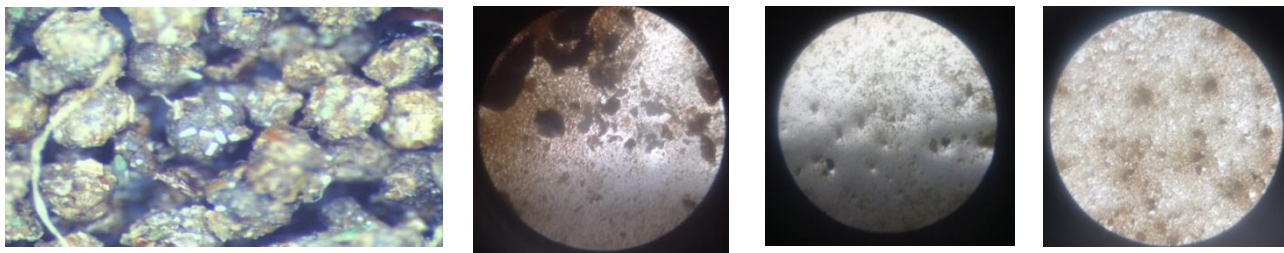
Таблица 2 Изменение массы личинок с течением времени.

Масса в граммах			
	Замер 1 (начало опыта)	Замер 2 (через 1 неделю)	Замер 3 (через 2 недели)
Черви(1)	5,100	4,760	4,520
Черви(2)	5,120	4,035	3,590
Черви(3)	5,096	6,965	5,150

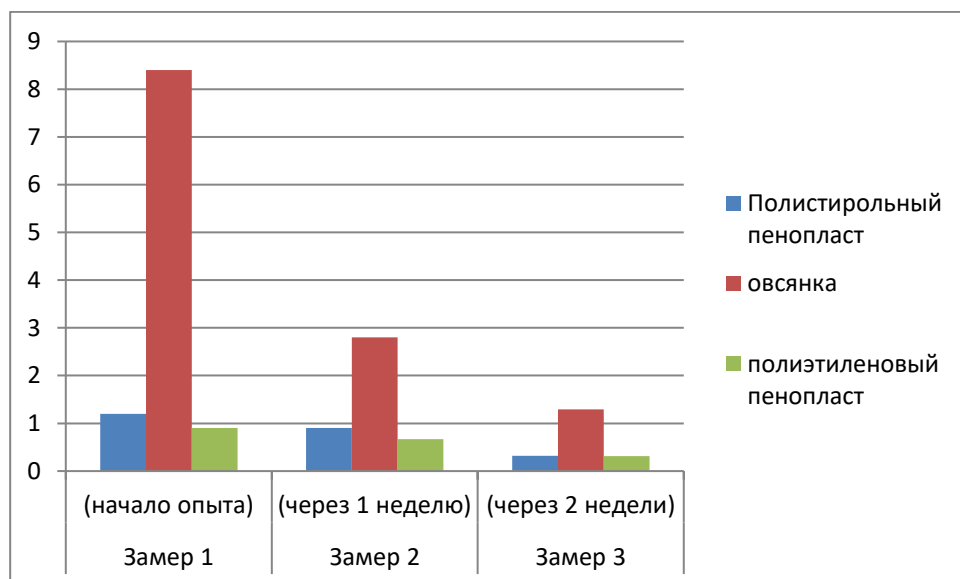
Приложение 2 Окрашенные пробы для определения общего азота (через 1 час после внесения окрашивающего реактива).



Приложение 3 Вид под микроскопом



Приложение 4 Сравнение съеденного питания личинками мучного хрущака за весь процесс эксперимента.



Приложение 5 Проведение исследования





Приложение 7 Исследование влияния экскрементов мучного хрущака на проращивание семян овса посевного

