

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
Средняя общеобразовательная школа № 74 г. Пензы

II региональный конкурс научно-исследовательских работ имени

Д.И. Менделеева

Эколого-географическая секция

**Изучение образа жизни и особенностей дождевых червей как экологически чистого
способа переработки пищевых отходов в домашних условиях**

Выполнила:

Надеева Ольга,
МБОУ СОШ № 74 г. Пензы,
4 «В» класс

Руководитель:

Шерункова Наталья Викторовна,
учитель начальных классов
МБОУ СОШ № 74 г. Пензы

Пенза, 2022г.

Введение	3
Глава 1. Дождевые черви - ангелы земли (обзор литературы)	5
1.1. Дождевые или земляные черви. Общие сведения.	5
1.2. Образ жизни дождевых червей.	6
1.3. Питание дождевых червей и их участие в почвообразовании	6
1.4. Вермифермы - что это такое?	8
Глава 2. Практическая часть	11
2.1 Модельный эксперимент "Как дождевые черви влияют на механические свойства почвы"	11
2.2 Модельный эксперимент "Какие субстраты дождевым червям легче перерабатывать"	11
2.3 Модельный эксперимент "Как на дождевых червей влияют внешние раздражители"	12
2.4 Модельный эксперимент "Как на дождевых червей влияют условия обитания"	13
2.5 Конструкция вермикомпостера (червячника), адаптированная для частного дома	13
Глава 3. Результаты и их обсуждение	14
3.1 Как дождевые черви влияют на механические свойства почвы	14
3.2 Какие субстраты дождевым червям легче перерабатывать	15
3.3 Как на дождевых червей влияют внешние раздражители	17
3.4 Как на дождевых червей влияют условия обитания	18
3.5 Конструкция самодельного вермикомпостера для использования в домашних условиях	21
Выводы	23
Заключение	24
Список литературы	25
Приложение 1. Рабочие моменты моего проекта	27
Приложение 2. Памятка начинающему вермифермеру	28

Введение

Интерес к защите окружающей среде, экологии и жизни в стиле «ноль отходов» все больше с каждым днем.

Все мы знаем о раздельном сборе непищевого мусора. Но кроме него, огромную часть в нашем мусорном ведре занимают пищевые отходы. Эти очистки, обрезки, подгнившие фрукты, недоеденные продукты составляют от 30 до 80 % содержимого мусорного ведра.

В природе растительные и животные остатки быстро перерабатываются микроорганизмами - не остается ни гниющих остатков, ни даже следов неприятного "мусорного" запаха.

На свалках бытового мусора все по-другому. На полигоне пищевые отходы гниют «неправильно» - при разложении пищевых отходов выделяются опасные газы - метан и сероводород. Сероводород "дает" неприятные запахи гниения, а метан может легко воспламениться, а за ним загораются и другие "жители" свалки. Свалочный газ (смесь газов) загрязняет атмосферу и участвует в глобальном потеплении климата на Земле, что приводит к природным катаклизмам и стихийным бедствиям. На гниющих пищевых отходах размножаются болезнетворные бактерии, которые, попадая в почву, воду и воздух, могут вызывать опасные инфекции (болезни).

Мы заинтересовались, существуют ли экологичные способы переработки пищевых отходов, доступные каждому?

В природе в переработку отмерших растений и животных включается огромное количество микроорганизмов - бактерии, микроскопические грибы (например, плесень), черви, насекомые и другие.

Но чемпионы по переработке и главный создатель здоровой почвы - это обычные дождевые черви!

Можно ли использовать их в частном хозяйстве для переработки пищевых отходов?

Мы заинтересовались этой проблемой и решили изучить ее.

Актуальность: практически половину мусора на свалках составляют пищевые отходы, которые легко и в короткие сроки можно переработать в плодородный грунт при помощи обычных дождевых червей.

Гипотеза: дождевых червей можно использовать в частных хозяйствах для переработки пищевых отходов. Это довольно простой и быстрый способ безопасно избавляться от остатков

пищи. Для этого нужно больше знать об особенностях строения и образа жизни дождевых червей.

Цель работы: исследовать особенности жизни и поведения дождевых червей и использовать эти знания для последующей разработки домашнего червячника-вермикомпостера, адаптированного как для частных домов на холодный период года, так и для городских квартирных условий.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Изучить литературу о дождевых червях и их использовании для переработки отходов;
2. Изучить особенности жизнедеятельности червей, выполнив некоторые эксперименты и наблюдения;
3. Изучить принципы устройства домашнего вермикомпостера, адаптировать конструкцию для использования в домах и квартирах;
4. Сделать выводы, использовать их при организации домашнего вермикомпостера.

Объект исследования: дождевые черви.

Предмет исследования: образ жизни и особенности дождевых червей как экологически чистого и доступного способа переработки пищевых отходов.

Методы исследования: теоретический (обзор литературы по теме исследования), эмпирический (наблюдение за червями), практический (эксперименты, помогающие понять особенности дождевых червей и их образа жизни).

Глава 1. Дождевые черви - ангелы земли (обзор литературы)

1.1. Дождевые или земляные черви. Общие сведения.

Земляные или **дождевые червы** (лат. *Lumbricina*) относятся к малощетинковым червям. Обитают на всех континентах, кроме Антарктиды. Наиболее известные черви относятся к семейству *Lumbricidae*, включающему около 200 видов, в России из них около 100.

Тело у червя гладкое, скользкое, делится на сегменты (от 80 до 300) (рис.1.1). Тело всегда должно быть влажным, чтобы червь дышал сквозь кожу. При передвижении дождевые черви опираются на щетинки, расположенные на сегментах.

Главная роль червей в природе – превращение гниющих и полусгнивших листьев и других остатков растений в плодородную почву. Это происходит в пищеварительной системе червей. Она устроена так, чтобы переваривать грубые растительные ткани: имеются специальные железы, чтобы нейтрализовать вещества из гниющих листьев, а мускульный желудок при сокращениях дополнительно перетирает пищу.

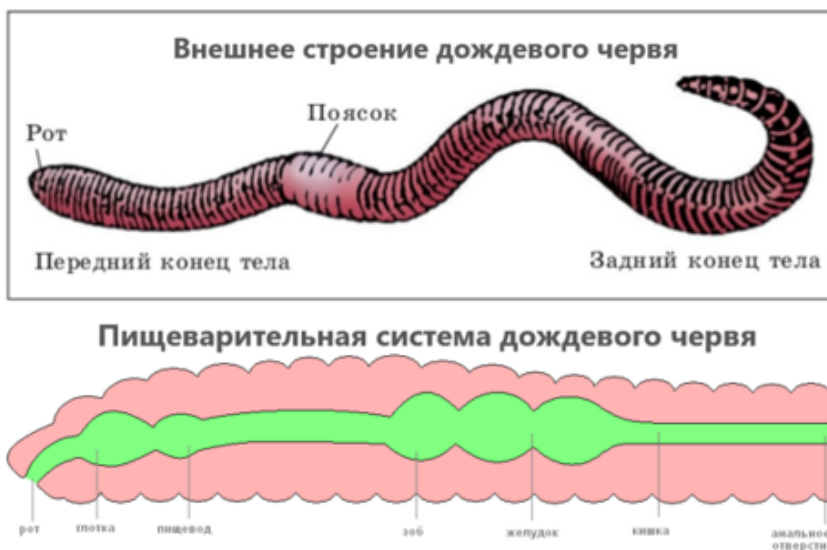


Рис.1.1. Внешнее строение и устройство пищеварительной системы дождевого червя.

Дождевые черви глотают остатки растений вместе с землёй, в средней кишке пища переваривается и всасывается, непереваренные остатки и почва выбрасываются наружу. Экскременты дождевых червей содержат в пять раз больше азота, в семь раз больше фосфора и в одиннадцать раз

больше калия, чем обычная почва. Так черви не только делают почву питательной для растений, но и делают ее рыхлой и богатой воздухом, который необходим корням растений.

Хотя у червя нет ни глаз, ни ушей, он чувствует также даже самые слабые сотрясения почвы над собой. Человеческие шаги звучат для земляного червя подобно громовым раскатам.

На поле, где могут пастись 20 коров, в почве обитает много миллионов земляных червей. Червями питаются птицы, кроты и другие животные - они являются важным звеном экологических цепей питания. [1-5].

1.2. Образ жизни дождевых червей.

Дождевых червей можно разделить на два типа: 1) черви, питающиеся на поверхности почвы, 2) черви, питающиеся в почве.

Черви - животные ночные. Они всеядны - заглатывают землю, из которой усваивают органические вещества, полусгнившие части растений.

Ещё Чарльз Дарвин предположил наличие интеллекта у дождевых червей и посвятил этим животным большое исследование «Образование растительного слоя деятельностью дождевых червей» (1881). Наблюдая за ними, он заметил, что, затаскивая к себе в жилище сухой листок, червь тащит его таким образом, что тот повернут именно узкой стороной, что облегчает проходимость листика через плотную нору. А вот иглы еловых наоборот, берёт за основание, чтобы они не раздваивались.

Роет норы червяк двумя способами. Первый - он проглатывает землю, постепенно продвигаясь вперёд и следом оставляя свои биологические отходы.

Второй - он распахивает её своим утончённым концом, в разные стороны, и делает себе ходы. Проходы получаются наискось вертикальные.

Черви — животные ночные, и ночью можно наблюдать, как они копошатся, оставаясь при этом своими хвостами в норках. Вытягиваясь, они обшаривают окружающее пространство, захватывают ртом (при этом глотка червя слегка выворачивается наружу, а затем втягивается обратно) сырые опавшие листья и затаскивают их в норки. Поскольку тело червей необыкновенно растяжимо и покрыто слегка загнутыми назад щетинками, они держатся в норке так крепко, что вынуть их из земли, не разорвав на части, очень трудно. Большую часть дня черви остаются в своем жилище.

Если дождевые черви огромными количествами выползают на поверхность, значит, им нечем дышать. Такое случается после дождей - земля забивается влагой. По приходу холодов черви уходят глубоко в почву [5-8].

1.3. Питание дождевых червей и их участие в почвообразовании

Черви приносят большую пользу - проделывая в почве норки и затаскивая туда растительный мусор, они делают почву плодородной.

Почва (земля) - поверхностный слой Земли - является продуктом совместного воздействия климата, растительности, животных и микроорганизмов на поверхностные слои

горных пород. Для того, чтобы в почве росли растения и обитали животные и микроорганизмы, в нее должен проникать воздух. Эту работу выполняют дождевые черви. Прodelывая ходы в почве, они делают почву рыхлой, между комками земли проникает воздух.

Вторая важная работа червей - поедание и перерабатывание остатков растений, грибов, некоторых животных в полезнейшую биомассу.

Всосав пищу вместе с комом земли, через глотку, мышечными движениями, то расширяя своё тело, то сужая, он заталкивает её к задней части пищевода в зоб. После, она проникает в желудок. Из желудка отправляется в кишечнике, благодаря ферментам, выходит наружу полезнейшими биомассами.

После того, как червь заглатывает порцию земли, независимо от того, сделано это для питания или для прокапывания хода, он поднимается к поверхности, чтобы выбросить из себя землю. Выброшенная земля пропитана выделениями кишечника и вследствие этого становится вязкой. Высохнув, комочки экскрементов затвердевают. Выбрасывается земля червем не хаотично, а поочередно в разные стороны от входа в нору. Хвост при этом работает, как лопата. В результате вокруг входа в норку образуется своеобразная башенка из комочков экскрементов. Такие башенки у червей разных видов имеют разную форму и высоту.

Ученые установили, что опавшая листва всех растений содержит огромное количество вредных веществ, которые делают листья практически несъедобными для насекомых и животных. Существует одно исключение из этого правила – дождевые черви, способные переваривать компост и иные формы перегноя и превращать его в гумус – основу любой плодородной почвы. По этой причине Чарльз Дарвин и многие другие именитые биологи называли червей «пахарями природы» и самым важным организмом на Земле.

Однако самое важное воздействие дождевых червей на почву состоит в придании ей зернистой структуры. Переработанный червями грунт получается клейким. Затем он высыхает в виде маленьких, со спичечную головку шариков. Эти шарики наполнены витаминами, ферментами, органическими веществами, которые предотвращают гниение, что очень важно для растений и действуют как антисептик для земли. Такая почва насыщена воздухом, она способна противостоять размыванию и вымыванию питательных веществ [9, 10].

1.4. Вермифермы - что это такое?

Компост - органическое удобрение, которое получается в результате разложения остатков растений и животных под влиянием деятельности микроорганизмов и других живых организмов.

Земляные черви играют в приготовлении природного компоста огромную роль. Их выделения до 10 раз богаче питательными веществами, чем почва, в которой они обитают. Компост, переработанный дождевыми червями, носит название "биогумус" и используется как удобрение для почвы.

Для производства биогумуса червей размножают и выращивают на специальных предприятиях - вермифермах, но культивировать дождевых червей с целью получения биогумуса можно и в условиях частного хозяйства, например, на садовом участке. За сезон черви, запущенные на участок земли, производят слой биогумуса толщиной шесть сантиметров, в то время как в обычных условиях за сто лет "нарастает" лишь один сантиметр [11, 12].

Для "домашнего" приусадебного червячника подходит конструкция, представленная на рисунке 1.2.



Рис. 1.2. Устройство домашнего червячника.

Червям нужно много пищи и достаточная влажность субстрата. Поэтому в червячник (грядку-культиватор) необходимо периодически добавлять корм в виде компоста, наслаивая его по 15–20 см через каждые 2–3 недели и поддерживать температуру и влажность. В течение летнего сезона количество червей и их общая живая масса в культиваторе увеличиваются в 20–50 раз.

Промышленное культивирование червей с целью переработки навоза скотокомплексов, птицефабрик и других крупных источников органики (или сточных вод городов и многих крупных промышленных предприятий таких отраслей, как бумажно-целлюлозная, хлопкоперерабатывающая и т. д.) отличается только масштабом производства. Такое производство будет безотходным, круглогодичным и очень прибыльным [13, 14].

Разведение червей - это и возможная идея бизнеса для села, который не требует особых усилий и вложений. Для собственной домашней червячной фермы подойдут абсолютно любые виды червей. Можно остановиться на самых популярных разновидностях. К таковым относятся: обычный дождевой червь, калифорнийский красный червь и червь-старатель.

Разведение дождевых червей в домашних условиях можно осуществлять в самодельных ящиках. Варианты: ящики из дерева, контейнеры из пластмассы, старая техника, например, холодильник, отлично подойдет для рассадки червей, коробка из картона.

Самым дорогим, но и самым удобным является вермикомпостер. Это приспособление создано специально для выращивания червей, оно обустроено всем необходимым и продается специализированными фирмами (рис. 1.3).



Рис.1.3. Классический способ вермикомпостирования пищевых отходов и устройство вермикомпостера.

Производством вермифермы являются

- сами черви (наживка для рыбной ловли, поставка в зоомагазины - прикорм для рыбок, птиц и других обитателей зоомагазинов, рыбоводческие фермы);

- биогумус - природное органическое удобрение из пищевых остатков и растительных отходов садоводства;
- червячный "чай", вермичай - жидкость из вермикомпостера - отличное экологически чистое удобрение [15-17].

Таким образом, анализ литературы свидетельствует о том, что эти простые беспозвоночные животные - черви - не только играют очень важную роль в образовании плодородных почв в природе, но и могут целенаправленно использоваться человеком для получения ценных экологически чистых удобрений.

Однако прежде, чем приступить к созданию собственной вермифермы, мы решили изучить особенности жизнедеятельности, питания и условий обитания дождевых червей.

В практической части нашего проекта представлены результаты наших наблюдений и экспериментов.

Глава 2. Практическая часть

Объекты исследования: дождевые черви *Lumbricus terrestris* (куплены в магазине рыболовной наживки, продаются в контейнерах по 40-50 особей), компостный червь (лат. *Eisenia fetida*), — вид малощетинковых червей из семейства настоящих дождевых червей (*Lumbricidae*). Видовое название *fetida* означает «дурно пахнущий».

Методы исследования: модельные эксперименты и наблюдения.

Реактивы: вода, сахар, соль, уксусная кислота 70%, жидкость для снятия лака, гвоздика (специя), пищевые остатки овощей и фруктов, кофейная гуща, почвенная смесь “Универсальная”, речной песок, бумага, гофрокартон.

Оборудование: стеклянная банка объемом 3 литра, прозрачные контейнеры с крышками (для экспериментов по сравнению), непрозрачные контейнеры разного объема, крышка (для вермикомпостера), пульверизатор (увлажнение субстрата), ватные палочки, ватные диски, лист бумаги.

Методики выполнения экспериментов

2.1 Модельный эксперимент "Как дождевые черви влияют на механические свойства почвы"

Стеклянную банку объемом 3 л наполнили примерно до половины сырой землей. Поместили в нее 4-5 дождевых червей. Сверху насыпали слой песка (толщиной 1-2 см) [18].

Записали наблюдения на следующий день после начала эксперимента (второй), третий и пятый. Наблюдения занесли в лабораторный журнал.

2.2 Модельный эксперимент “Какие субстраты дождевым червям легче перерабатывать”

Изготовили 4 контейнера с начальным субстратом для червей. В качестве начального субстрата использовали смесь универсального грунта, речного песка, обрывков бумаги и картона. Субстрат хорошо увлажнили, внесли червей и добавили для них начальный корм - банановые шкурки.

2.2.1 Влияние состояния растительных остатков на их переработку дождевыми червями

В 3 вермиконтейнера был введен различный корм для червей:

1 контейнер - сухая прошлогодняя листва,

2 контейнер - свежая трава (злаковые газонные травы),

3 контейнер - переработанная подвядшая трава (измельченная в газонокосилке, злаковые газонные травы).

1-2 раза в неделю записывали изменения. Если черви поедали предложенные субстраты, то наблюдения проводили в течение месяца и далее.

Если черви не питались предложенными субстратами в течение 3-5 дней, эксперимент считали завершенным.

2.2.2 Влияние состава питательной смеси на ее переработку дождевыми червями

В одном контейнере кормили червей растительными остатками (исходя из результатов наблюдений эксперимента 2.2.1) - смесью опавших листьев и измельченной газонной травы;

во втором - растительными остатками, богатыми сахарами: клубникой, бананами, банановой кожурой;

в третьем - растительными остатками, переработанными и богатыми крахмалом: влажным хлебом, вареным картофелем, вареными крупами - рисом и гречкой;

в четвертом - растительными остатками, обладающими сильным запахом - зеленым луком, репчатым луком измельченным, укропом.

1-2 раза в неделю записывали изменения (измеряли температуру субстрата, погружая термометр в толщу на 7-10 минут до установления температуры, оценивали активность червей, вид и толщину слоя образующегося перегноя - увеличивается или нет, желательно измерять толщину слоя линейкой, если получится).

Если черви не питались предложенными субстратами в течение 3-5 дней, эксперимент считали завершенным.

2.3 Модельный эксперимент "Как на дождевых червей влияют внешние раздражители"

На лист бумаги поместили 2-3 дождевых червей и действовали на них разными раздражителями:

потрогали палочкой,

поместили около червей субстраты с сильным запахом (кожуру мандарина, гвоздику (специю)), или ватные диски, смоченные жидкостями с сильным запахом (жидкостью для снятия лака с ацетоном, 70%-ным уксусом);

поместили червей на холодную поверхность (кубик льда) [19, 20].

Все наблюдения заносили в журнал.

2.4 Модельный эксперимент "Как на дождевых червей влияют условия обитания"

2.4.1 Влияние состава жидкости на активность дождевых червей.

Эксперимент проводили на базе 4 прозрачных контейнеров. Червей кормили одинаковой пищей (поровну добавляли во все 4 контейнера). Жидкость добавляли в одной края контейнера, второй край увлажняли обычной водой.

Почву и пищу для червей смачивали разными жидкостями:

подслащенной водой комнатной температуры (1 ч.л. на 250 мл воды);

подсоленной водой комнатной температуры (1 ч.л. на 250 мл воды);

подкисленной водой комнатной температуры (5 мл 70 %-ного уксуса на 250 мл воды);

водой со щелочной реакцией комнатной температуры (1 ч.л. пищевой соды на 250 мл воды).

Наблюдения аналогичные, описанным выше.

Емкости держали в теплом темном месте. Проверяли, чтобы в банках было всегда влажно, по мере необходимости подливали соответствующий раствор. Наблюдения проводили в течение 2-4 недель. Если черви были пассивны, эксперимент прерывали (считали завершенным).

2.4.2 Влияние температуры на активность дождевых червей.

Первый контейнер поставили в подвал (+4 - +5 °C);

второй - в кладовую (в пределах +20 - +22 °C)

третий - в котельную (+30 - +32 °C).

Температуру субстрата измерили несколько раз в день, значения температуры внутри вермиконтейнеров и описание наблюдений за активностью червей заносили в журнал.

2.5 Конструкция вермикомпостера (червячника), адаптированная для частного дома

Домашний вермикомпостер был изготовлен на основе контейнеров ИКЕА. Пример изготовления ящика был взят в группе в ВК «Экочервь» [21].

Изучили видео по изготовлению вермикомпостера, следовали инструкциям автора.

Глава 3. Результаты и их обсуждение

Главная практическая цель нашего исследовательского проекта – изготовить простую конструкцию вермикомпостера для переработки пищевых отходов в полезные вещества и оценить его преимущества и недостатки при использовании в простых домашних условиях (насколько такая переработка пищевых и некоторых непищевых отходов удобна, безопасна, не будет ли в доме запаха, грязи, не появятся ли насекомые.) Но для этого необходимо было изучить особенности главного жильца такого вермикомпостера – дождевого червя.

Этому и была посвящена первая часть практической части проекта.

3.1 Как дождевые черви влияют на механические свойства почвы

В этом опыте-наблюдении стеклянную банку объемом 3 л наполнили примерно до половины сырой землей и поместили в нее 4 дождевых червей. Сверху насыпали слой песка (толщиной 1-2 см).

Результаты наблюдений:

Черви поднимались на поверхность сквозь песок. Так как червей в банке положили мало (всего 4 особи), а грунт был довольно рыхлым - черви не очень часто поднимаются наверх, им хватает воздуха для дыхания. В основном используют уже проложенный путь, за 3 дня не появилось новых “нор”, но заметно, что та, что есть - каждый раз изменяется, кучка песка увеличивается, появляется грунт рядом с норкой. Если рассмотреть грунт - видно, что вдоль банки появляются ходы (рис.3.1).



Рис. 3.1 - Влияние червей на механические свойства почвы

Дальнейшие наблюдения и эксперименты выполняли с самодельными вермикомпостерами – ящиками из пластиковых контейнеров. Это более удобно. Кроме того, малый объем грунта в стеклянной банке, а также замкнутое пространство, отсутствие естественного воздухо- и водообмена, терморегуляции могут негативно влиять на поведение червей и исказить результаты наблюдений.

3.2 Какие субстраты дождевым червям легче перерабатывать

Для того, чтобы домашний вермикомпостер «работал», не создавая посторонних неприятных запахов, не происходило образование плесени и загнивания субстрата, необходимо исследовать, какие виды корма лучше перерабатываются червями.

Мы изготовили 4 вермикомпостера с начальным субстратом для червей. В качестве начального субстрата использована смесь универсального грунта, речного песка, обрывков бумаги и картона. Субстрат хорошо увлажнили, внесли червей и добавили для них начальный корм – кожуру бананов.

Контейнеры небольшие, прозрачные - что удобно для контроля и наблюдений за жизнедеятельностью червей. Сверху закрыты крышками с отверстиями, для вентиляции. В каждый контейнер внесено 40-50 червей (рис.3.2).



Рис.3.2. Заполнение самодельных вермиящиков из пластиковых контейнеров субстратом и заселение червями.

3.2.1 Влияние состояния растительных остатков на их переработку дождевыми червями

В одной емкости кормили червей сухими растительными остатками (прошлогодние листья, сухая трава),

во второй - свежей молодой травой,

в третьей - свежей, но подсушенной в течение 1-3 дней (злаковые газонные травы, подвяленные, измельченные в газонокосилке). Результаты в таблице 3.1.

Влияние состояния растительных остатков на их переработку червями.

Корм, состояние	Наблюдения и выводы
Сухие трава и листья (прошлогодние)	Часть листьев была перепревшей, а верхний слой - сухие. Черви активно перерабатывали перепревшие (влажные) листья. Сухие листья не трогали пока те не размякли от влаги.
Свежая молодая трава	Свежую траву черви не трогали до тех пор, пока она не подвяла и не увлажнилась от субстрата. Ели её с неохотой, видимо, из-за того, что стебли крупные и им тяжелее с ними управляться. При следующей закладке корма была внесена свежая переработанная трава из газонокосилки (мелкая фракция). С ней черви управлялись охотнее и быстрее, так как мелкие части они утягивали внутрь субстрата и там их перерабатывали.
Свежая, слегка подвяленная трава	Подвяленную измельченную траву черви ели лучше всего. Утаскивали части травы внутрь субстрата очень быстро. Им не приходилось ждать, пока трава потеряет упругость, она сразу была мягкая, довольно быстро размокла от субстрата и стала идеальным питанием для червей.

По результатам этого эксперимента в качестве основного питания для червей была выбрана смесь перепревших листьев и измельченной подвяленной травы.

3.2.2 Влияние состава питательной смеси на ее переработку дождевыми червями

Если рассматривать вермийщик как домашнее устройство для круглогодичной переработки пищевых отходов, то нужно изучить и отношение червей к другим видам корма, для переработки которых они и нужны.

В следующем эксперименте мы изучили, как черви могут перерабатывать остатки с нашего стола на некоторых группах продуктов (различные растительные продукты). При этом следили и за температурой внутри вермийщика. Результаты эксперимента в таблице 3.2.

Влияние растительной пищи (вероятных остатков с нашего стола) на ее переработку червями.

Вид пищевых остатков	Наблюдения и выводы
Смесь подвяленной травы и перепревших листьев (контроль)	Черви поедали данный корм хорошо, траву утаскивали внутрь субстрата.

Растительные остатки, богатые сахарами: ягоды клубники, бананы и кожура бананов	Свежую клубнику черви ели плохо, начинали её есть, когда она становилась вялая. В конце ноября подмороженную клубнику с собственных грядок (ремонтантную, которая плодоносит до морозов), ели с большим удовольствием. В целом, остатки фруктов черви поедали хорошо. Субстрат был влажным, однородным. Но со временем завелись мошки, поэтому при таком типе кормления нужно следить, чтобы сладкого растительного корма было не много и черви успевали его перерабатывать.
Влажный хлеб, вареный картофель, вареные крупы - рис и гречка.	Эту пищу черви ели хуже, видимо из-за высокого содержания клейких веществ. Субстрат становился липким, комковался, имел неприятный запах кислого хлеба. Белый хлеб для сэндвичей (который не портится долгое время благодаря добавкам) ели хуже всего.
Растительные остатки, но с сильным запахом: зеленый лук, укроп, репчатый лук измельченный.	Зеленый лук и укроп черви ели хорошо. Репчатый лук черви отказывались есть, пока он не завял. Вероятно, червей отпугивал луковый сок, он довольно едкий и может раздражать их тело.

Субстрат стал липким в 3 контейнере, в остальных был довольно рассыпчатым. Температура субстрата во всех случаях была примерно одинаковой - около 17-18 градусов при температуре окружающей среды 21 градус.

Образование компоста в этих экспериментах отследить не удалось, так как во время эксперимента происходило перемешивание начального субстрата, содержащего грунт, и образовавшегося при переработке пищевых остатков червями биогумуса.

3.3 Как на дождевых червей влияют внешние раздражители

Несмотря на то, что дождевые черви - довольно просто устроенные организмы, в том числе и с несовершенной нервной системой [1, 3] и ее слабой централизацией, у них легко обнаруживаются реакции на разные раздражители. Почему это важно? При организации домашнего вермикомпостера нужно хорошо понимать и учитывать, что покупные продукты включают различные добавки, специи и приправы, могут иметь сильный запах. Будут ли они пригодны для питания червей (для переработки)? Или приведут к отказу червей питаться, загниванию субстрата и тому, что придется полностью заменять субстрат?

Для того, чтобы больше узнать о влиянии разных раздражителей на поведение червей, мы выполнили следующую серию наблюдений.

На лист бумаги поместили 2-3 дождевых червей и действовали на них разными раздражителями:

- потрогали палочкой,
- посветили фонариком, затем перенесли на влажную почву;
- поместили около червей ватные диски или тампоны, смоченные жидкостями с сильным запахом (жидкостью для снятия лака, бензином и т.п.);
- поместили червей на холодную поверхность (например, кубик льда).

Все наблюдения заносили в журнал.

Потрогали червя палочкой - червь сокращался в той части, которой касалась палочка. Но вел себя относительно спокойно, пытался удалиться от раздражителя - уползал в сторону.

Поместили на пути червя мандариновую корку (запах цитрусовых) - червь не стал приближаться, обошел препятствие стороной, но особого беспокойства не выказывал.

Поместили на пути червя специю гвоздику - червь заинтересовался, подполз, стал изучать бутончики гвоздики, запах его привлек.

Поднесли к червя ватный диск, смоченный уксусом 70% - червь извивался, видно, что запах ему не нравится, если перемещать рядом с червем ватный диск - червь сокращал ту часть тела, к которой подносили диск. Вероятно, пары уксуса от ватного диска воздействовали на него, что вызывало недовольство червя.

Поднесли к червя ватный диск, смоченный жидкостью для снятия лака с ацетоном. У жидкости сильный химический запах отдушки, ацетон почти не ощущался. Червь резко сокращал всё тело, сворачивался в комочек, максимально сжавшись. Этот запах был самым неприятным для него, его как будто судорогой сводило.

Поместили червя на кубик льда - червь стал сворачиваться в клубок.

После экспериментов поместили червя обратно в контейнер с субстратом - он очень быстро ушел в глубь.

Как видно, из этой серии экспериментов, черви активно реагируют на механические раздражители и сильные запахи.

3.4 Как на дождевых червей влияют условия обитания

3.3.1 Влияние состава жидкости на активность дождевых червей

Во второй части эксперимента мы изучили, как черви реагируют на жидкости.

Почву и пищу для червей смачивали разными жидкостями: растворами соли, сахара, уксуса (кислая среда), соды (щелочная среда).

Эксперимент проводили на базе 4 прозрачных контейнеров. Червей кормили одинаковой пищей (поровну добавляли во все 4 контейнера). Жидкость добавляли с одного края контейнера, второй край увлажняли обычной водой.

Раствор соли (1 ч.л. на 250 мл воды) вызвал у червей что-то типа ожогов, черви перебрались на сторону, где соли не было, а те, кто в итоге не смог перебраться (в основном мелкие особи), погибли. Соль вытягивает жидкость и оставляет ожоги на теле червей. Через 3 дня после внесения солевого раствора увидели погибших червей и прекратили эксперимент. Живых червей отобрали, субстрат выбросили и заселили контейнер заново.

Раствор сахара (1 ч.л. на 250мл воды) вызвал слипание и комкование субстрата, но черви особо не боялись этого, были активны как в части со сладкой водой, так и в другой части контейнера. За 2 недели особого изменения в поведении червей замечено не было.

Раствор кислоты (5 мл 70%-ного уксуса на 250мл воды) червям не понравился, как и соль. Тоже были погибшие черви, а основная масса сбилась в сторону, в которой уксуса не было. Через 5 дней прекратили эксперимент, обновили субстрат и внесли оставшихся червей.

Раствор соды (1ч.л. на 250мл воды): лучше всего черви чувствовали себя в щелочном растворе. Были активны на всей поверхности контейнера, но заметно больше собирались на стороне со щелочной средой.

Заводчики вермиферм рекомендуют поддерживать щелочную среду в контейнерах, поэтому при проблемах с червями в качестве рекомендации как раз идет полив водой с содой [21].

Из этой серии экспериментов можно сделать следующий вывод: черви чувствительны к состоянию субстрата.

При использовании вермикомпостера в условиях городской квартиры для переработки пищевых отходов нельзя в него загружать на переработку все пищевые остатки.

3.2.2 Влияние температуры на активность дождевых червей.

В этом эксперименте мы проводили наблюдения, какая температура обитания (содержания) оптимальна для червей.

Перед помещением контейнеров в разные температурные условия они находились в кладовой, температура в которой была +21 °С. Контейнеры находились в кладовой, средняя температура +21 °С. Температура субстрата +18°С. Эксперимент начали в 9:00. Результаты изменения температуры в течение суток в таблице 3.3.

Изменение температуры в вермийщиках в разных условиях

Подвал, средняя температура +4°C		Котельная, средняя температура +32 °C		Кладовая, средняя температура +21°C (контроль, средние условия)	
9:00	+18°C	9:00	+18°C	9:00	+18°C
12:00	+17°C	12:00	+24°C	12:00	+18°C
15:00	+11°C	15:00	+29°C	15:00	+18°C
18:00	+7°C	18:00	+29°C	18:00	+18°C
21:00	+6°C	21:00	+29°C	21:00	+18°C
9:00	+6°C	9:00	+29°C	9:00	+18°C

Так как контейнеры небольшие, глубина субстрата невелика (не более 6 см), то он довольно быстро остывал и прогревался в зависимости от температуры окружающей среды. Возможно, при большем объеме контейнера и субстрата в нем в центре сохранялась бы комфортная для червей температура, но малый объем субстрата этого не показал.

В подвале субстрат охладился до +6 °C. Наблюдения вечером в 21:00 - черви собрались на дне контейнера и сбились в комок - согревали друг друга. Были малоактивны. Контейнеры прозрачные, поэтому было легко отследить, где находятся черви. Утром следующего дня всё так же были сбиты в комок, активности не проявляли. Эксперимент длился 3 дня, черви не проявляли активности. Было решено вернуть их в теплое место (кладовая). Субстрат прогрелся примерно за сутки и черви вернулись к своей обычной жизни.

Очевидно, что при низкой температуре черви впали в пассивное состояние, которое называется диапауза (от [др.-греч.](#) διάπαυσις — перерыв, остановка) - состояние физиологического торможения обмена веществ и остановки процессов [22]. Так они переживают неблагоприятные условия.

В котельной субстрат прогрелся до +29 °C, хотя окружающая температура была выше (+32 °C). Черви стали менее активны, в основном скрывались в центре субстрата (на дне и по краям контейнера червей не было видно). Не поднимались вверх, практически не трогали

Дождевой червь в состоянии диапаузы

пищу. Эксперимент длился 3 дня, черви проявляли невысокую активность. Субстрат пересыхал, при увлажнении субстрата прохладной водой (около 17 градусов) черви понемногу поднимались на поверхность, но потом опять уходили в глубь. Было решено вернуть их в комфортное место (кладовая). Субстрат охладился примерно за 6 часов и черви вернулись к своей обычной жизни.

Итак, мы убедились, что черви были пассивны и при слишком высокой температуре окружающей среды. Они старались уйти в глубину емкости, в которой находились, не использовали для питания предлагаемую им пищу, которая размещалась на поверхности почвы.

Согласно литературным источникам, черви наиболее активны при температуре от 7 до 22 °С, а при неблагоприятных условиях они впадают в анабиоз (или диапаузу). Обычно в анабиоз черви впадают на холодное время года, а в жаркое - в естественных условиях стараются уйти в глубину почвы [23]. Однако в условиях небольшого объема емкости и почвы в ней, которые составляли не более 5 л, возможности "спрятаться" от высокой температуры у червей не было, и, вероятно, в таких условиях черви также впадали в пассивное состояние.

3.5 Конструкция самодельного вермикомпостера для использования в домашних условиях

Домашний вермикомпостер был изготовлен на основе контейнеров ИКЕА. Пример изготовления ящика был взят в группе в ВК “Экочервь” [21].

Подробный фотоотчет об изготовлении вермикомпостера можно увидеть в приложении 1.

В дне контейнеров с помощью перьевого сверла были проделаны отверстия диаметром 1,6 см. После сверления все остатки пластика были зачищены напильником. Всего для вермикомпостера понадобился 1 глубокий контейнер для сбора жидкости (вермичая), 3 контейнера с отверстиями для субстрата и червей, одна крышка.

Заселение червей в их новый дом началось с приготовления начального субстрата. Была использована почвенная смесь “Грунт универсальный”, речной песок, макулатура, порванная на мелкие кусочки, и гофрокартон, порезанный тоже мелко. Всё это смешали, увлажнили из распылителя и заселили червей. Черви были приобретены в магазине для рыболовов, они продаются в контейнерах примерно по 40-50 особей в каждом.

Для начала для заселения использовано 2 контейнера червей. То есть около 100 особей разного возраста (как мелкие черви, так и зрелые особи). В начальный субстрат были

внесены черви, они довольно быстро скрылись внутри субстрата - были живы и активны. Добавлена банановая кожура как базовый корм для червей. Через неделю червям стали добавлять новую пищу - банановая шкурка к тому моменту была почти съедена, поверх нее оказался субстрат, который натаскали черви, внутри субстрата она начала размякать и разлагаться, что очень хорошо восприняли черви и стали её активно поедать.

Для начала был заполнен только один контейнер, черви перерабатывали субстрат и пищу, примерно через месяц весь субстрат был переработан, не осталось следов бумаги и картона, пища, вносимая для червей, была практически переработана. Тогда поверх заполненного контейнера был установлен второй, с новым начальным субстратом и пищей. Черви постепенно переползли из нижнего контейнера в верхний через отверстия в дне и стали питаться. В нижнем контейнере всё ещё оставались черви, но меньше, они перерабатывали то, что там еще оставалось в субстрате. Ещё через месяц поверх этих двух контейнеров устанавливается третий, заполненный начальным субстратом и пищей. К этому моменту черви из нижнего яруса практически перешли в средний и переработали субстрат в вермикомпост. Черви начинают подниматься в верхний контейнер, а в самом нижнем остается вермикомпост, который “дозревает”. К этому моменту в нем должно оставаться не более 3 % популяции червей. Когда приходит время добавить новый контейнер с пищей, то самый нижний вычищают, вермикомпост сохраняют для последующего использования, вынимают из него оставшихся червей и помещают их к своей семье, а в чистый контейнер добавляют начальный субстрат, пищу и вновь устанавливают верхним ярусом вермикомпостера.

Кормить червей рекомендуется только растительными отходами, без сильного запаха, соусов, добавок, не содержащих белковых остатков (мясо, птица, рыба). [24, 25].

На данный момент наш вермикомпостер функционирует около 2 месяцев. Мы кормим червей остатками овощей и фруктов, кофейной гущей (в семье есть автоматическая кофеварка, которая перемалывает зерна в кофейную гущу).

За эти 2 месяца мы практически избавились от растительных пищевых отходов в нашем мусорном ведре. А наши черви довольны и сыты.

Пока мы не получили полноценный вермикомпост, но планируем получить его к лету. Он будет использован в нашем следующем исследовании, как продукты переработки пищевых отходов червями (вермикомпост или биогумус, а также вермичай – жидкость из вермишайка) влияют на урожайность овощных культур.

В ходе изготовления вермикомпостера и заселения в него червей была создана “Памятка начинающему вермифермеру” (см. приложение 2). В ней даны советы как самому создать компостер и начать компостирование.

Выводы

- Несмотря на довольно простое биологическое строение дождевые черви способны распознавать и активно реагировать на внешние раздражители. Это нужно учитывать при организации домашнего вермиящика.
- Для питания червей в вермиящике нельзя использовать все пищевые отходы. Подходят только остатки растительной пищи (подвядшая зелень, очистки овощей и фруктов, кожура семечек), не содержащие сильно пахнущих добавок и примесей белковой пищи (рыбы, мяса, птицы, молока).
- Черви высокочувствительны к температуре грунта. При температурах ниже 10 и выше 25 градусов впадают в анабиоз и перестают питаться. Значит, вермиящик лучше держать при температуре 15-25 градусов.
- Простой вермиящик можно изготовить самостоятельно из пластиковых контейнеров. Нужно лишь предусмотреть хорошую вентиляцию, отток жидкости (лоток внизу конструкции для сбора вермичая), соблюдение температурного режима и низкой освещенности (не ставить вермиящик на прямой солнечный свет).
- Цель исследования достигнута, гипотеза подтвердилась: дождевых червей можно использовать для переработки пищевых отходов.

Заключение

Подготовленный нами проект имеет практическую пользу для экологии в целом и каждой семьи в частности. Благодаря домашнему разведению червей в ящиках специальной конструкции мы можем утилизировать пищевые, а также и некоторые непищевые отходы (бумага, картон, салфетки), а значит, уменьшить их количество на городских свалках. Важным побочным продуктом является производство питательного биогумуса (компоста) и вермичая - универсального удобрения для домашних растений или приусадебного хозяйства.

На полученном биогумусе в осенне-зимний период можно выращивать экологически чистую зелень в условиях квартиры, пополняя таким образом рацион семьи дополнительным источником витаминов и микроэлементов.

Этот проект можно считать первой частью – в нем большое внимание было уделено наблюдению за червями и изучению влияния разных факторов на их поведение и активность. Как оказалось, черви довольно чувствительны к условиям – питанию, запахам, составу жидкостей, смачивающих субстрат, температуре. Все это нужно учитывать при организации домашнего экологически чистого и простого устройства для переработки пищевых растительных отходов.

Список литературы

1. Аксенова М., Исмаилова С. Энциклопедия для детей. Биология - М.: "Аванта+", 1993, с.57-58.
2. Насекомые. Полная энциклопедия / Пер. с англ. М. Авдониной. – М.: Эксмо, 2009, с. 118, 242.
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki> // Земляные черви
4. Дмитриев Ю.Д. О природе для больших и маленьких. - М.: "Педагогика", 1982, с.135.
5. <http://animalregister.net/d/dozhdevyie-chervi.html> // Дождевые черви
6. Дождевой червь. Образ жизни и среда обитания дождевого червя // <https://givnost.ru/dozhdevoj-cherv-obraz-zhizni-i-sreda-obitaniya-dozhdevogo-chervya>
7. Радченко А. Червяки выползают на поверхность во время дождя: ученые объяснили это явление // <https://yandex.ru/turbo/fb.ru/s/post/nature/2019/4/16/87182>
8. Химический секрет всеядности дождевых червей // <https://www.stena.ee/blog/himicheskij-sekret-vseyadnosti-dozhdevyih-chervej>
9. <http://portaleco.ru/> dozhdevye-chervi-i-pochvoobrazovanie / [vlijanie-dozhdevyih-chervej-na-strukturu-i-himicheskij-sostav-pochv.html](http://portaleco.ru/vlijanie-dozhdevyih-chervej-na-strukturu-i-himicheskij-sostav-pochv.html)
10. Шаланда А. Язык взаимоотношений: дождевые черви, растения и Ко // <https://biomolecula.ru/articles/iazyk-vzaimootnoshenii-dozhdevye-chervi-rasteniia-i-ko>
11. www.wikipedia.org // Компост
12. Отличия биогумуса от обычного компоста // https://www.greeninfo.ru/fertilizers/fertilizers.html/Article/_/aID/2714
13. Дождевые черви – главные производители плодородия почвы // <http://selo-delo.ru/zemledelie/31-razvedenie-i-ispolzovanie-dozhdevykh-chervej?limitstart=&showall=1>
14. Иванова О. Дождевой червь - фабрика биогумуса // Сад и огород, 2009, № 1 // <http://sadisibiri.ru/cherv-dogdevoy.html>
15. Кошелева Н. Разведение червей – доходный бизнес для любителей сельского хозяйства // <https://sb-advice.com/biznes-idei/2071-razvedenie-chervey-dohodnyiy-biznes-dlya-lyubiteley.html>
16. Разведение дождевых червей в домашних условиях: разбираем вопрос // <https://ekobeebook.ru/chervi/razvedenie-dozhdevyih-chervej-v-domashnih-usloviyah-razbiram-vopros/>

17. Вермикомпостеры // <http://xn--b1agalkkcpbjfilo1l.xn--plai/>
18. Молис С.А. Книга для чтения по зоологии: Пособие для учащихся. - М.: "Просвещение", 1981, с.30-36.
19. Ван Клив Дж. 200 экспериментов. - М.: "Джон Уайли энд Санз", 1995, с.81.
20. 365 научных экспериментов. - Изд-во "Hinkler", 2010, с.60.
21. <https://vk.com/ecochev> //
22. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Диапауза>
23. Чекановская О.В. Дождевые черви и почвообразование. - М.: Изд-во Академии Наук СССР, 1960.
24. Козловских И. Тысяча червей: как сделать домашний вермикомпостер // <https://greenpeace.ru/how-to/2018/11/28/tysjacha-chervej-kak-sdelat-domashnij-vermikomposter/>
25. Снопкова М. Домашняя вермиферма – как создать собственную ферму по переработке пищевых отходов // <https://herbalsale.by/vermiferma/>

Приложение 1. Рабочие моменты моего проекта



Изготовление вермикомпостера из ящиков “Икея”



Создание начального субстрата и заселение червей. Готовый вермикомпостер.



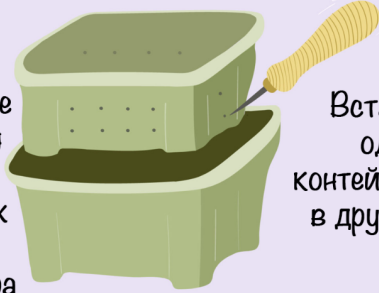
Цикл жизни червя - коконы, малёк, взрослый червь, маточное поголовье - “семья”.

Приложение 2. Памятка начинающему вермифермеру

Памятка начинающему вермифермеру

Как сделать компостер?

Сделай небольшие отверстия на дне и боковых стенках контейнера



Вставь один контейнер в другой

1

Где взять червей?

Попроси у друга-вермифермера

Накопай в парке или саду

Купи в рыболовном магазине

Закажи через интернет



2

Как заселить жильцов?



Помести в контейнер базовый субстрат и червей.

Через 2-3 дня можешь их кормить.

3

Чем кормить?

МОЖНО



Кофейную гущу и заварку



Остатки еды, овощей и фруктов



Очистки от семечек

НЕЛЬЗЯ



Мясные и рыбные отходы

4