

**Открытый межмуниципальный Фестиваль исследовательских и социальных проектов
«Уральские самоцветы»**

Секция: естественно-научная

Тема: Влияние состава кормов на увеличение биомассы популяции навозных червей в условиях учебной лаборатории

Автор: Гуменюк Савелий Олегович

Научный руководитель: Тумбаева Татьяна Юрьевна

Место выполнения работы: МАОУ СОШ с. Быньги, ЦО «Точка роста»

С. Быньги 2024

Оглавление	
Введение	3
Глава 1. Обзор литературы по проблеме исследования.....	4
1.1 Систематика навозного червя (<i>Eisenia fetida L.</i>).....	4
1.2 Внешнее и внутреннее строение навозного червя.....	4
1.3 Биоэкологические особенности навозного червя.....	5
1.4 Технология вермикомпостирования.....	6
1.5 Значение навозных червей в жизни человека.....	6
Глава 2. Материалы и методики исследования.....	8
2.1 Условия, материалы и сроки проведения опыта.....	8
2.2 Характеристика объекта исследования.....	9
2.3 Результаты исследования и их обсуждение.....	10
2.3.1 Анализ рациона питания навозных червей в опыте	10
2.3.2 Анализ динамики массы навозных червей в опыте.....	10
Заключение	13
Литература	14

Введение

Жизнедеятельность человека тесно связана с образованием большого количества отходов, к которым относят пищевой и производственный мусор. В России используются два способа утилизации отходов: вывоз мусора на свалку с дальнейшим захоронением в могильниках и сжигание бытового мусора в специальных печах. Оба эти способа неэкологичны, так как приводят к загрязнению подземных вод, разведению грызунов и вредных насекомых, загрязнению атмосферного воздуха продуктами сгорания мусора.

Но, если с твёрдыми бытовыми отходами ещё какая-то работа проводится: сортировка на свалках, вторичная переработка, организация их отдельного сбора, то вот с утилизацией пищевых отходов, кроме вывоза на свалку, ничего не придумали.

Кто же сможет помочь человеку решить проблему утилизации пищевых отходов? Переработать их без вреда для природы, а ещё и принести пользу?

Ответ очевиден. Из огромного числа живых существ одновременно полезных и человеку, и природе, можно выделить большую группу дождевых червей. Благодаря их стараниям почва обогащается гумусом и в значительной степени повышается её плодородие. Способность червей размножаться в искусственных условиях и перерабатывать органические отходы используется человеком для получения биогумуса, корма для домашних питомцев [4]. Особенно в этом деле преуспели навозные черви вида *Eisenia fetida*.

Размышления о пользе дождевого червя привели меня к идее: провести исследование и выяснить как влияет состав кормов на рост массы популяции навозных червей. Рабочая гипотеза состоит в том, что при создании необходимых условий для существования червей, сможем выявить оптимальный состав кормов для их развития и быстрого увеличения их массы в условиях учебной лаборатории.

Итак, объектом исследования стали популяции навозных червей (*Eisenia fetida*), взятые для опыта в навозной грядке, а **предметом** - скорость увеличения их биомассы под влиянием разных по составу кормов.

Цель исследования: изучение влияния состава корма на скорость развития и увеличение биомассы популяции навозного червя в условиях учебной лаборатории.

Для достижения поставленной цели требовалось решить ряд задач:

- изучить литературу о биологических и экологических особенностях навозного червя;
- познакомиться с технологией выращивания червей в домашних условиях;
- провести опыт по изучению влияния корма на увеличение биомассы популяции навозных червей; сделать выводы и дать рекомендации

Методы исследования: наблюдение, измерительно-весовой, анализ информации и полученных результатов, статистический.

Глава 1. Обзор литературы по проблеме исследования

1.1 Систематика навозного червя (*Eisenia fetida* L)

Вид - навозный червь (*Eisenia fetida* L) - относится к роду черви (*Eisenia*), семейству настоящих дождевых червей (*Lumbricidae*), подотряду земляные черви: (*Lumbricina*), отряду (*Lumbricomorpha*), подклассу поясковые черви (*Clitellata*), классу малощетинковые (*Oligochaeta*), типу кольчатые черви (*Annelida*) [7].

Таксономия группы не устоялась; в подотряде земляных червей описано около 6 тыс. видов, относимых к 20 семействам, число и объём которых варьирует в разных классификациях. Каждый год описывается несколько десятков новых видов. Наиболее распространенные на территории России виды относятся к семейству настоящих дождевых червей (*Lumbricidae*).

1.2 Внешнее и внутреннее строение навозного червя

Червь навозный имеет средние размеры и очень характерный признак - полосатость. Окраска полос от розового до багряно-красного цвета, а непигментированные участки имеют желтоватый оттенок. При раздражении он выделяет неприятно пахнущую жёлтую жидкость из своего тела через маленькие поры на дорсальной поверхности. Это, видимо, является защитной реакцией против хищников [12].

Навозный червь имеет цилиндрическую форму тела, покрытого железистым эпителием. Длина тела достигает 40-130 мм, ширина 2-4 мм. Число сегментов 80-120. На каждом сегменте имеется несколько щетинок, служащих опорой при движении червя. Щетинки сильно сближены попарно. Мужские половые отверстия на 15 сегменте, окружены хорошо развитыми железистыми полями. Поясок расположен с 26-27-го по 31-32-й сегмент. Пубертатные валики с 28-го по 30-31-й сегмент, отчасти могут заходить и на 27-й. Семенных пузырьков 4 пары, в 9-12-м сегментах. Две пары семеприёмников открываются в межсегментные бороздки у линии спинных пор [6].

Мускулатура образована тремя группами мышц: продольными, поперечными, кольцевыми, и движение обеспечивается их последовательным сокращением.

Пищеварительная система червей состоит из ротового отверстия, пищеварительного канала, включающего в себя мускулистую глотку, пищевод, зоб, один или несколько мускулистых желудков, среднюю и заднюю кишку. В стенках пищевода расположены известковые железы, выделения которых нейтрализуют кислую реакцию пищи. Попадающие в желудок крупные песчинки участвуют в перетирании растительных остатков. В полости кишки находится продольная складка, тифлозоль, которая увеличивает площадь контакта содержимого кишки с его стенками.

Нервная система червей состоит из пары надглоточных нервных узлов и брюшной нервной цепочки. Из органов чувств, хорошо развито обоняние, на голове имеются светочувствительные клетки. В клетках кожи имеется осязательные и хеморецепторы.

Кровеносная система червей замкнутого типа. Состоит из спинного и брюшного сосудов, связанных между собой кольцевыми сосудами. У них хорошо развито кожное дыхание: кислород переносится гемоглобином, придающим крови красный цвет [12].

1.3 Биоэкологические особенности навозного червя

При выращивании на отходах при оптимальных условиях обитания (температура субстрата 25 °С, влажность 75%, pH 7,0) цикл развития червя *Eisenia fetida* длится 160 сут. В течение года у них происходит 2 цикла размножения при этом численность популяции увеличивается более чем в 1000 раз. До стадии половозрелости проходит около 50-70 дней. Они начинают откладывать коконы приблизительно через 55 дней после инкубационного периода. При идеальных условиях время появления из кокона ювенильных особей наступает через 30-75 дней. Среднее число ювенилов в коконе - около трёх [13].

В естественных условиях обитания, навозные черви предпочитают органические субстраты. Оптимальная температура для их роста и развития является 25°C, однако, они устойчиво могут существовать в диапазоне температуры от 0 до 35°C

Оптимальная влажность для роста *Eisenia fetida* является 80-85 %. Влажность почвы ниже 30–35% тормозит их развитие, а при влажности 22% они погибают в течение недели. Максимальная масса и производство коконов достигаются при влажности субстрата, равной 70–85%, т. е. близкой к содержанию воды в теле червя [8].

Навозный червь так же как другие виды дождевых червей относительно терпим к кислотности (pH) субстрата, но когда имеется выбор в градиенте значений pH окружающей среды, то они мигрируют в более кислый материал, предпочитая значение pH среды 5,0.

Навозные черви очень чувствительны к солям и аммиаку и не могут выживать в органических отходах, содержащих аммиак. И аммиак, и органические соли имеют очень острые пороговые токсические значения между ядом и не ядом [10].

Оптимальные условия для вермикультуры *Eisenia fetida* следующие: температурный диапазон: минимум 3°C, максимум 32°C, идеальный диапазон от 21°C до 28°C, при влажности 80-85%. При этих условиях скорость размножения составляет около 10 ювенильных червей от одного половозрелого червя в неделю [14].

Навозные черви неприхотливы в еде. Они превосходно поедают все овощные остатки, такие как салат, морковь, брокколи, капуста, картофель, свёкла, баклажаны, томаты, авокадо, кожура бананов, тыква, кабачки, огурцы. Больше всего они любят бананы, персики, арбузы, дыню, нектарины, хурму, подгнившие яблоки, груши, сливу, виноград, манго. В остатках фруктов содержатся необходимые для червей питательные вещества и микроэлементы для быстрого воспроизводства популяции.

Листья, трава, растительные обрезки, стволы кукурузы, однолетних цветов и растений, а также другие органические растительные отходы являются прекрасным кормом для навозных червей

Изредка червям можно давать небольшие порции дроблёной яичной скорлупы, которая способствует поддержанию здоровья червей и быстрого размножения.

Очень хорошо добавлять картон во время кормления червей. Он регулирует влажность субстрата, защищает от переувлажнения. Является излюбленным местом для кладки коконов.

А в целом червей можно кормить различной органикой, которая находится в вашем доступе, кроме кислых томатов, киви, цитрусовых.

При недостаточном питании рост и развитие червей сильно замедляются, гибель их резко нарастает.

1.4 Технология вермикомпостирования

Вермикультура - переработка органических отходов с помощью дождевых червей. Этот метод лежит в основе технологии вермикомпостирования - перспективного направления альтернативного земледелия. В процессе вермикомпостирования происходит трансформация органических отходов и на выходе мы получаем новое, экологически чистое удобрение - биогумус (вермикомпост) и биологическую массу червей [2].

Всю технологию вермикомпостирования можно условно разделить на три этапа [1]. Первый этап вермикомпостирования заключается в приготовлении органоминеральной компостной смеси. Органические отходы и наполнитель - структурообразователь смешивают и увлажняют до 70-80%. В качестве наполнителя используют песок, почву, мелкий гравий или синтетические гранулы. Для уменьшения времени биоконверсии отходов обязательным условием является их предварительное измельчение.

На втором этапе полученные органоминеральные компостные смеси заселяют культурой навозного червя *Eisenia foetida*, характеризующегося быстрым ростом и скоростью размножения. Рекомендуемая плотность заселения вермикомпостной смеси составляет 2000 экземпляров на м².

Оптимальная для вермикомпостирования температура составляет 15-20°C. Время компостирования - 1-3 месяца в зависимости от вида органических отходов. Для предупреждения покидания дождевыми червями субстратов в период массового размножения, а также на последних этапах вермикомпостирования, необходимым условием является добавка небольших порций отходов в указанные периоды. Дополнительные порции органических отходов можно вносить двумя способами: локально или послойно. Подкормкой может служить среда более агрессивная, чем исходная вермикомпостная смесь, например, навоз, не прошедший полной ферментации [11].

На третьем этапе по истечении времени компостирования дождевые черви отделяются просеиванием, вермикомпост высушивается и используется. Для отделения дождевых червей используют метод приманок, когда свежие органические отходы размещают в лотках с сетчатым дном на поверхности созревшего вермикомпоста. Черви перемещаются в лотки и отделяются от продукта вермикомпостирования.

1.5 Значение навозных червей в жизни человека

В настоящее время человек научился разводить дождевых червей в искусственных условиях и использовать для получения различных продуктов.

В науке искусственное разведение дождевых червей называется вермикультура. Патриархом отечественного вермикультивирования является А.М. Игонин. В 1991 году учёный подал заявку на изобретение способа получения технологических пород компостного дождевого червя (патент №2058737, приоритет 29.10.91 г.). В своей книге «Как повысить плодородие почвы в десятки раз с помощью дождевых червей» Игонина А.М. предложил освоить технологию производства Биогумуса - самого эффективного и экономически выгодного удобрения для полей, садов и огородов [3].

В настоящее время в нашей стране нет крупных промышленных предприятий по производству биогумуса. Утилизацией органических веществ с помощью технологии вермикомпостирования занимаются небольшие частные фермерские хозяйства или частники на своих личных приусадебных участках.

Вермиферма – это специальная закрытая установка для превращения пищевых отходов в специальное особое удобрение для растений - биогумус. Внутри установки заводят компостных червей, которые съедают все, что не съели хозяева, а продукты их жизнедеятельности – это и есть тот самый биогумус или удобрение.

Кроме того, в процессе из излишков жидкости образуется так называемый «вермичай», который также является источником ценных питательных веществ для растений. Для того чтобы использовать вермичай для полива, его следует развести в концентрации 5-10%.

Избыток маточного поголовья червей используют для продажи в магазинах «Охотник и рыболлов».

Eisenia fetida является самым известным и широко используемым для самых разных систем вермикомпостирования. Его наиболее просто выращивать в вермикультуре при высокой плотности, он устойчив к довольно широкому диапазону изменений условий окружающей среды (температура, pH, влажность), различным обработкам и операциям при обслуживании вермисистемы из всех изученных для этих целей видов [5].

Таким образом, быстрое размножение навозных червей, их неприхотливость к условиям питания и содержания, быстрый прирост биомассы и высокий процент белка в их теле обуславливают возможность их воспроизводства с относительно малыми затратами, большой рентабельностью и экологичностью.

Глава 2. Материалы и результаты исследования

2.1. Условия, материалы и сроки проведения опыта

Опыты по изучению влияния состава кормов на массу популяции дождевых червей проводился в условиях учебной лаборатории при комнатной температуре 22-25°C и влажности воздуха 45%.

Цель опыта: изучение влияния состава кормов на массу популяции дождевых червей.

Задачи:

1. Подобрать состав растительного корма для дождевых червей и составить график кормления.

2. Проводить измерения массы червей по вариантам каждые три месяца.

3. Проанализировать полученные результаты, сделать выводы.

Срок проведения опыта: с 1 сентября 2023 по 1 сентября 2024 года. В опыте включал два варианта и был заложен в двух повторностях.

Вариант 1 - контроль - корм состоял из природных компонентов: опавших листьев и соломы;

Вариант 2 - корм включал кожуру картофеля и других овощей, корки тыквы, шкурки бананов.

Для разведения червей использовали самодельные ёмкости и пластиковые контейнеры. На первом этапе ёмкости вырезали из пластиковых 5-литровых бутылок. В дне верхней ёмкости просверлили небольшие отверстия для стока лишней жидкости. Дно нижней ёмкости осталось без изменений. Верхние ёмкости были на 1/3 засыпаны полуперепревшим компостом.

Измерение биомассы червей проводилось на электронных весах каждые три месяца: 1 декабря, 1 марта, 1 июня, 1 сентября.

Для проведения опыта на учебно-опытном участке были накопаны черви общей массой 86 г. Эту массу червей разделили на две части и поместили в разные пластиковые ёмкости объёмом 5 литров с субстратом. В первую ёмкость была помещена популяция червей массой 44 грамм; во вторую - популяция червей массой 42 грамм.

График кормления и состав кормов представлены в таблице 1. Количество корма в таблице указано в сумме на две повторности.

Первый триместр черви питались этим полуперепревшим компостом и опавшими листьями, которые были собраны в парке неподалёку от нашей Станции натуралистов. Листья были высушены и использовались для кормления червей после замачивания.

Кормили червей регулярно, 1 и 15 числа каждого месяца. Масса корма была одинаковой для каждого варианта.

Во второй триместр - 1 декабря - обе популяции были переселены в большие по объёму контейнеры. В грунт добавили мелко порезанного гофрированного картона и по 50 граммов песка и опилок. Группа №1 стала контрольной и её кормили листьями, а группу № 2 промороженными картофельными очистками и мелко порезанной тыквой.

В третий триместр контрольную группу продолжили кормить смесью замоченных листьев и мелко порезанной соломы, а группу №2 - банановой кожурой.

В четвёртый триместр контрольную группу перевели на питание зелёными листьями мать-и-мачехи, лопуха, лебеды, а группа №2 перешла на смешанный корм, состоящий из обрезков овощей, банановой кожуры и промороженного картофеля.

Таблица 1 - График кормления червей и состав кормов

Даты кормления	Состав корма, масса, г							
	Компост+ листья, масса, г		Листья масса,г	Карт. кожура +тыква масса,г	Листья + солома масса, г	Банан. Кожура масса, г	Зелён. Листья Масса, г	Кожура овощей масса,г
	В.1	В.2	В.1	В.2	В.1	В.2	В.1	В.2
1.09.2023	20	200						
15.09.2023	220	220						
1.10.2023	260	260						
15.10.2023	260	260						
1.11.2023	300	300						
15.11.2023	300	300						
	1560	1560						
1.12.2023			300	300				
15.12.2023			300	300				
1.01.2024			300	300				
15.01.2024			340	340				
1.02.2024			340	340				
15.02.2024			340	340				
			1920	1920				
1.03.2024					340	340		
15.03.2024					340	340		
1.04.2024					340	340		
15.04.2024					340	340		
1.05.2024					400	400		
15.05.2024					400	400		
					2160	2160		
1.06.2024							400	400
15.06.2024							400	400
1.07.2024							400	400
15.07.2024							400	400
1.08.2024							500	500
15.08.2024							500	500
							2600	2600

Следует отметить, что в контейнерах пища всегда прикрывалась увлажненным картоном и полиэтиленовым пакетом, чтобы не пересыхал верхний пищевой слой.

Биогумус в ходе опыта не изымался. Сбор проводили только вермичая.

2.2 Характеристика объекта исследования

Черви не требовательны к условиям содержания и могут жить в домашних условиях. Необходимо поддерживать для них температурный режим +15–22°C, влажность почвы - 60-70% и нейтральную реакцию почвенного субстрата.

Соблюдая эти условия можно добиться их быстрого размножения. По своей природе дождевые черви гермафродиты. Если верить теории, то 20-30 взрослых особей каждый месяц дают около 200 яиц. Через два месяца появляется около 400 штук молоди. Ещё через три месяца молодые особи становятся половозрелыми и тоже начинают размножаться [9].

2.3 Результаты исследования и их обсуждение

2.3.1 Анализ рациона питания навозных червей в опыте

В течение первых трёх месяцев червей кормили натуральным кормом (перегной + опавшие листья) постепенно увеличивая его объём. Всего за этот период черви получили по 780 г корма на повторность (Таблица 2).

Таблица 2 Суммарное количество кормов, скормленное червям

Даты подведения итогов	Состав корма, масса, г							
	Компост+ листья, масса, г		Листья масса, г	Карт. кожура +тыква масса,г	Листья + солома масса, г	Банан. Кожура масса, г	Зелён. Листья Масса, г	Кожура овощей масса,г
	В.1	В.2	В.1	В.2	В.1	В.2	В.1	В.2
Итого на 1.12.2023	1560	1560						
Итого на 1.03.2024			1920	1920				
Итого на 1.06.2024					2160	2160		
Итого на 1.09.2024							2600	2600

В следующие три месяца состав кормов в вариантах был разный, но общая масса корма на повторность составила 960 г. Следует отметить, что черви активно поедали тыквенные корки, а подмороженные картофельные очистки ели хуже.

В следующий триместр в контрольном варианте в связи с тем, что запасённых листьев осталось мало, к ним была добавлена мелко порезанная солома, но мочёная солома поедалась червями неохотно. Всего за этот период в каждой повторности черви съели по 1080 г кормов.

В четвёртый триместр в контрольном варианте черви ели зелёные сочные листья, а во втором варианте - смесь очисток овощей и фруктов. Всего в каждой повторности черви съели по 1300 г. Зелёные листья черви поедали активнее, чем очистки овощей и фруктов. Общая масса съеденного корма составила 16,48 кг.

2.3.2 Анализ динамики массы червей в опыте

За первый триместр средняя масса червей в варианте 1 (к) увеличилась на 18%, средняя масса червей в варианте 2 (популяции №2) увеличилась на 19% (таблица 3). Незначительная разница в увеличении биомассы свидетельствует о том, что при одинаковом составе корма популяции в обоих вариантах развивались равномерно.

За второй триместр средняя масса червей в варианте 1 увеличилась на 64% относительно начальной массы, а средняя масса червей в варианте 2 - лишь на 57%, то есть на картофельной кожуре и тыквенных корках нарастание массы червей замедлилось на 7% относительно увеличения средней массы червей в контрольном варианте 1.

В третий триместр средняя масса червей в варианте 1 увеличилась на 100%, а средняя масса червей в варианте 2 увеличилась на 128%. Прирост биомассы во втором варианте относительно контроля увеличился на 29%. Добавка к листовому опаду соломы не позволила червям увеличить скорость нарастания биомассы.

В четвёртый триместр средняя масса червей в варианте 1 увеличилась на 145%, а средняя масса червей в варианте 2 увеличилась на 186%. Из данных таблицы видно, что перевод червей контрольного варианта на зелёный естественный корм способствовал увеличению скорости нарастания биомассы. Прирост биомассы за три летних месяца в этом варианте составил 45%. Используемый для кормления червей второго варианта смешанным корм, состоящий из кожуры различных овощей, позволил увеличить биомассу червей в этом варианте на 58%.

Таблица 3 Динамика массы популяций червей

В

Популяции	на 1 сентября 2023 Масса, г	01.12. 2023 Масса, г	% к началу ной массе	01.03. 2024 Масса, г	% к началу ной массе	01.06. 2024 Масса, г	% к началу ной массе	01.09. 2024 Масса, г	% к началу ной массе
Вриант1(к)	44,16	52,28	118,39	72,42	163,99	88,12	199,55	108,1	244,88
Вариант 2	41,78	49,89	119,42	65,56	156,91	95,24	227,96	119,7	286,43
t факт		-0,62		2,03		1,7		1,72	
t теор		4,3		4,3		4,3		4,3	
Существенность различий	несущ	несущ		несущ		несущ		несущ	

В целом за год средняя масса червей в варианте 2 увеличилась на 286%, а масса червей контрольного варианта выросла на 245%.

Статистическая обработка результатов, проведённая при 5% уровне значимости, показала, что, несмотря на заметную разницу в изменениях массы червей двух вариантов, эти различия несущественны.

Но, следует обратить внимание на тот факт, что в вариант 2 скорость увеличения средней массы червей была ниже, чем в контроле. И только, начиная с третьего триместра, масса червей в варианте 2 стала увеличиваться быстрее контроля. Возможно, это связано с появлением в корме варианта 1 мелко порезанной соломы, и эта добавка не способствовала росту биомассы червей. Возможно, в варианте 2 к рациону червей добавились шкурки банана, и скорость увеличения биомассы червей из-за этого возросла, но, в любом случае, влияние корма на увеличение массы червей здесь чётко просматривается.

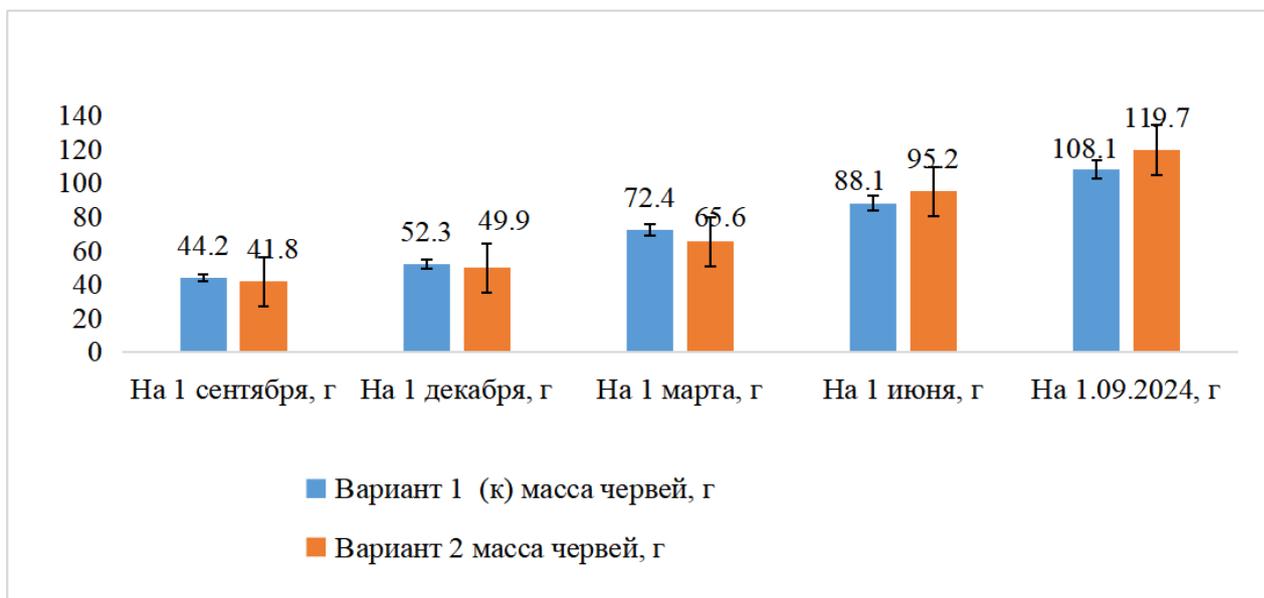


Рисунок 1 Динамика средней массы червей, г

В качестве продукта переработки растительных кормов в пластиковых контейнерах образуется жидкость, которая стекает в нижний контейнер. Это так называемый вермичай. Его собирали в пластиковые тёмные бутылки одновременно с проведением измерений массы червей (таблица 4).

Из данных таблицы 4 видно, что в течение года объём собранного вермичая постепенно увеличивался. В варианте 1 объём собранного вермичая за год составил 1,1 литр, в варианте 2 - 1,4 литра, что на 26% больше контроля.

Таблица 4 - Сравнение вариантов по объёму собранного вермичая

Популяции	01.12. 2023 объём, мл	01.03. 2024 объём, мл	01.06. 2024 объём, мл	01.09. 2024 объём, мл	Итого, мл
Вариант1(к)	150	240	300	420	1110
Вариант 2	180	310	400	510	1400

В сравнении с первым сбором, количество вермичая увеличилось в 1 варианте на 960 мл, то есть в 7,4 раза; в варианте 2 увеличение составило 1220 мл, то есть в 7,8 раза. Весь собранный вермичай был собран в пластиковые бутылки тёмного цвета и убрал на хранение в холодильник, так как в дальнейшем он будет использоваться в качестве подкормки для экспериментов с растениями.

Вывод: таким образом, благодаря наблюдениям было установлено, что на увеличение массы червей влияет не только появление новых особей, но и состав корма, так как было замечено, что не все корма черви поедают охотно. Так, например, замедление прироста массы популяции было отмечено во втором варианте при кормлении червей очистками подмороженного картофеля и корками тыквы. Тыкву черви съели быстро, а вот картофельные остатки поедали неохотно. Но всё-таки доели.

Заключение

Для изучения морфологических признаков, биологических особенностей, экологических требований *Eisenia fetida* к условиям обитания и технологи вермикомпостирования была использована информация 14 литературных и интернет источников.

Для проведения опыта в учебной лаборатории были созданы необходимые условия для роста и развития навозных червей, о чем свидетельствовало быстрое увеличение их численности и биомассы популяции.

В ходе проведённого опыта были получены следующие результаты.

- За год червями было съедено по 4,12 кг кормов на повторность, в сумме 16,48 кг.

- У популяции червей, питающиеся натуральным природным кормом масса увеличилась в 2,45 раза, а популяция, питающаяся разнообразными очистками овощей и фруктов - в 2,86 раза.

Статистическая обработка результатов показала, что существенной разности в вариантах нет, подтвердив ранее выдвинутую гипотезу. Для навозных червей оптимальными являются корма, в состав которых могут входить как природные растительные остатки, так и домашние отходы овощей и фруктов.

Рекомендуем при выращивании червей использовать растительные корма, которые были проверены в ходе эксперимента.

- В качестве дополнительного продукта, в опыте было получено 2,51 литров вермичая.

Итак, рабочий план исследования выполнен полностью, с задачами справился и цели достиг. Планирую работу с вермикультурой продолжить и создать минивермиферму у себя дома.

Выражаю благодарность моему руководителю за оказанную помощь при выполнении данного исследования.

Литература

1. Дмитриева, В.И. Вермикультивирование: теория, опыт, практика. / В.И. Дмитриева, ЛИ. Степанов, Г.Е. Мерзлая, Л.К. Садовникова, С.С. Красильникова. Якутск, Сахаполиграфиздат, 2000, -119 с.
2. Жигжитова, И.А. Методические рекомендации по получению и применению вермикомпостов (биогумуса) для повышения урожая и качества сельскохозяйственных культур. / И.А. Жигжитова, Т.М Корсунова. Улан-Удэ: РИО БГСХА, 1999. - С.20.
3. Игонин, А. М. Как повысить плодородие почвы в десятки раз с помощью дождевых червей / А. М. Игонин. - 3. изд., перераб. - Москва: Информ. - внедрен. центр "Маркетинг", 2000. - 29 с.
4. Покровская, С.Ф. Использование дождевых червей для переработки органических отходов и повышения плодородия почв (вермикультура)/С.Ф. Покровская. - М.: Агропромиздат, 1991. - 32 с.
5. Тиунов А. В. Компостные черви, вермикомпостирование и вермикомпост: направление научных исследований в последнее десятилетие // Мат. II-й межд. конф. «Дождевые черви и плодородие почв». Владимир: Грин-ПИКЪ, 2004. С.9–10.
6. Яхонтов, А. А. Зоология для учителя: учебное пособие: В 2 томах / А. А. Яхонтов. – Москва: Просвещение, 1968. – Том 1. – 326 с.
7. Жизнь животных. В 6 т. - Москва: Просвещение, 1968-1971. Т. 1: Беспозвоночные. Т. 1 / [Сост. д-ра биол. наук Л. А. Зенкевич, Е. И. Лукин, Д. В. Наумов и др.]; Под ред. чл.-кор. АН СССР проф. Л. А. Зенкевича. - 1968. - 579 с.
8. Выгузова М.А. Использование технологии вермикомпостирования в сельском хозяйстве / М.А.Выгузова, С.А Линкевич, В.В.Касаткин, Н.Ю.Литвинюк // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. - №7, с.11- 13, 18
9. Хурнова, Л. М. Оптимизация технологии грядного вермикомпостирования органосодержащих отходов / Л. М. Хурнова, К. К. Лазарев, Г. И. Стерлигова // Вестник МНЭПУ. – 2014. – № 1. – С. 35-41.
10. Чачина С.Б., Чачина С.Б., Караваева О.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ: НАВОЗНЫЙ ЧЕРВЬ (E. FETIDA) И КАЛИФОРНИЙСКИЙ ЧЕРВЬ (E. ANDREI) ДЛЯ РАЗЛОЖЕНИЯ БЫТОВЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 10-1. – С. 55-58; URL: <https://www.applied-research.ru/ru/article/view?id=5926> (дата обращения: 18.08.2023)
11. Ручин, А. Б. Применение метода вермикультивирования для биodeградации твёрдых отходов / А. Б. Ручин. — Текст : непосредственный // Молодой учёный. — 2013. — № 3 (50). — С. 168-171. — URL: <https://moluch.ru/archive/50/6391/> (дата обращения: 07.09.2023).
12. Биологическая энциклопедия. Класс Олигохеты (*Oligochaeta*) или Малощетинковые кольчецы. Сайт АКАДЕМИК URL:https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_biology/36/КЛАСС (Дата обращения: 14.08.2023)
13. Биология дождевого червя. Сайт Fermer.Ru Главный фермерский портал - все о бизнесе в сельском хозяйстве. Форум фермеров. URL: <https://fermer.ru/sovet/udobreniya/15279> (Дата обращения 20.08.2023)
14. Навозный червь. Сайт Энциклопедия Руниверсалис. URL: https://руни.рф/Навозный_червь (Дата обращения: 11.08.2023)