



Управление образования города Пензы
МКУ «Центр комплексного обслуживания и методологического
обеспечения учреждений образования» г. Пензы
МБОУ СОШ №56 г. Пензы им. Героя России А.М. Самокутяева

XXVI научно-практическая конференция
школьников г. Пензы

«Я исследую мир»

ТЕХНОЛОГИЯ ВЕРМИКУЛЬТИВИРОВАНИЯ КАК ДОСТУПНЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ БИОГУМУСА

Выполнил:

Тачкасова Елизавета Витальевна,
МБОУ СОШ №56 г. Пензы
им. Героя России А.М. Самокутяева,
7 «В» класс

Руководитель:

Аленина Наталья Александровна,
учитель биологии
МБОУ СОШ №56 г. Пензы им. Героя
России А.М. Самокутяева

Научный консультант:

Куликова Евгения Геннадьевна,
КБН, доцент

Пенза,

2021-2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ	4
1.1 Биология дождевых червей	4
1.2 Мировой и отечественный опыт использования вермикультивирования для комплексного решения экологических и аграрных проблем	4
1.3 Биогумус: основные свойства, получение и применение	8
2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	10
2.1. Характеристика объектов исследования	10
2.2. Схема опыта и методы лабораторных исследований	11
2.3. Результаты исследований	11
2. 4 Изучение эффективности разных доз биогумуса в лабораторных условиях	12
2.5. Экономическая эффективность вермикультивирования и вермикомпостирования	13
2.6. Перспективы развития работы	13
Заключение	14
ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ	15
ПРИЛОЖЕНИЯ	16

Введение

Постоянно увеличивающееся население Земли, рост городского населения и потребительский образ жизни людей приводят к безмерно возрастающему производству и накоплению громадных объемов промышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов. Существенная часть этих отходов (до 60-70 %) является органической (пищевые отходы) и нетоксичной по своей природе. Обсуждаются вопросы раздельного сбора мусора и вторичного использования пластика, металла, бумаги. Разрабатываются и запускаются в действие программы по переработке таких отходов. Однако пищевые отходы обладают потенциалом глобального увеличения загрязнения окружающей среды: почвы, воды и воздуха, потому что от них в настоящее время избавляются размещением отходов в основном на свалках, что экологически опасно и экономически невыгодно. Поэтому возрастает интерес к использованию органических отходов в качестве удобрений, почвоулучшителей и источников энергии.

Одной из наиболее экологически безопасной и дружелюбной для окружающей среды биотехнологий, основанной на использовании компостных (навозных) червей, является вермикультивирование. Таким способом можно перерабатывать органические материалы отходов, при этом органические отходы преобразуются в гумус и биомассу дождевых червей.

Кроме того проблема, затронутая в данной работе, является актуальной для МБОУ СОШ №56 г Пензы, так как с 2020 года в школе реализуется проект «Аптекарский огород». Один из актуальных вопросов проекта - как подготовить почву для посадки растений с соблюдением условий сохранения плодородия и исключения химических удобрений. Считаем, что материалы исследования помогут в реализации проекта.

Цель работы: изучение условий производства и применения биогумуса из органических отходов с помощью дождевых червей.

Задачи:

1. Изучить биологию дождевых червей «старатель», их влияние на почву и урожайность сельскохозяйственных культур.
2. Опробировать биотехнологию вермикомпостирования.
3. Изучить свойства вермикомпоста, биогумуса, создаваемого дождевыми червями, как ценного органического удобрения.
4. Определить перспективы и эффективность вермикультивирования и вермикомпостирования в сельском хозяйстве и личном хозяйстве.

Объекты исследования: вермиккультура (червь породы Владимирский старатель) и вермикомпост (биогумус).

Предмет исследования: процесс вермикультивирования и вермикомпостирования

Гипотеза: процесс получения биогумуса с помощью дождевых червей - доступный способ решения вопроса плодородия почв и экоутилизации органических отходов как в промышленных масштабах, так и в частной практике.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ

1.1 Биология дождевых червей

Дождевые черви составляют от половины, до трёх четвертей всей биомассы почвенных беспозвоночных.

Они принадлежат к типу Кольчатые черви (*PhylumAnnelidae*), подтипу Поясковых (*SubphyllumClitellata*), подцарству многоклеточных, царству животных Animalia, классу Малощетинковых червей(*ClassisOligochaeta*), отряду Люмбрикоморфы (*Lumbricomorpha*), или Высших Малощетинковых, (*OrdoLumbricomorpha*), семейству Настоящие дождевые черви (*FamiliaLumbricidae*), которое включает более 200 видов червей (приложение 1).

На территории России обитает около 100 видов дождевых червей, среди которых лишь немногие поддаются разведению. Наиболее привлекательными для вермикультивирования являются черви, относящиеся к виду красных червей (*Lumbricusrubellus*). В результате их селекции в университете штата Калифорния в 1959 году американским врачом Т. Барретом. был получен «Гибрид красный калифорнийский». Он сохранил физиологические и морфологические особенности, характерные для других дождевых червей, но в отличие от своих «диких» сородичей имеет большую продолжительность жизни (более 16 лет), более плодовит (более чем в 100 раз), очень вынослив, приучен жить в неволе. Он отличается от других видов способностью перерабатывать все виды органики. Важной особенностью калифорнийского красного червя была потеря инстинкта покидать место обитания даже при неблагоприятных условиях окружающей среды. Однако он теплолюбив. При помощи калифорнийских червей вот уже 15 лет перерабатывают мусор в Германии, Франции, Венгрии, Дании, Италии.

В России разведением дождевых червей занимались с начала XX века.

Анатолием Михайловичем Игониным во Владимирском государственном педагогическом институте (ВГПИ) в 1984 г. была выведена технологическая порода компостных червей «старатель», которая отличалась меньшей требовательностью к экологическим факторам по сравнению с красным калифорнийским червем.

В Пензе работа в этом направлении проводилась в МНЭПУ, сейчас работы ведутся в условиях ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ»

Культивируемые компостные черви, в отличие от диких сородичей, имеют определённый ритм жизнедеятельности. В толще субстрата они погружаются на глубину 30-40 см, передвигаясь по вертикали и горизонтали. В поверхностном слое (0-5 см) они питаются, в среднем - откладывают коконы, в нижнем - испражняются.

Отличительной чертой наших дней является повышенный интерес к дождевым червям как к уникальному источнику биологически активных веществ. Только в целомической жидкости, например, находится более 40 протеинов, проявляющих ряд биологических эффектов. В тканях дождевых червей имеется также фермент, который может растворять ткани самого червя при определенных условиях (Sun, 1997), превращая его тело в биогумус.

1.2 Мировой и отечественный опыт использования вермикультивирования.

Современная мировая наука и практика большое внимание уделяют проблемам переработки органических отходов. Качество большинства полученных из отходов животноводства органических удобрений содержат патогены, жизнеспособные семена сорняков и неприятного запаха, что не исключает вероятности загрязнения воздуха, почвы и грунтовых вод водорастворимыми фракциями азотсодержащих соединений.

В конце XX века в США, Западной Европе, Японии и других странах мира начали внедрять вермифтехнологии переработки органических отходов, которая решает эти проблемы [15].

Вермифтехнология – система мероприятий по культивированию дождевых компостных червей на разных субстратах в конкретных экологических условиях, обработке и применению копролита и биомассы червей в сельском хозяйстве. Это сравнительно новое направление сельскохозяйственной науки. В мировой литературе вермифтехнологии рассматривают как элемент экологически чистого сельскохозяйственного производства.

Вермифтехнология имеет два направления:

-вермикультивирование, при котором размножают дождевых компостных червей или получают их биомассу;

-вермикомпостирование, главной целью которого является экологически безопасная переработка различных органических отходов и получение массы экскрементов дождевых компостных червей – копролита (биогумуса, вермикомпоста) – ценного органического удобрения.

Еще земледельцы Древнего Египта видели в дождевых червях залог будущих урожаев, с успехом использовали переработанный дождевыми червями наносной ил реки Нил для выращивания сельскохозяйственных культур. Древние египтяне обожествляли дождевого червя, считали его святым животным и запрещали вывозить из страны.

Аристотель называл червей «кишечником земли». И это действительно так: пропуская через свой кишечник землю и растительные остатки, черви обогащают почву [2].

Согласно Рейнольдсу, имеется, по крайней мере, 7254 видов олигохет, обладающих уникальными физическими, биологическими и поведенческими особенностями, из которых около половины являются обитателями почвы, то есть земляными или дождевыми червями.

Ежегодно почвенными зоологами в среднем описывается около 70 новых видов дождевых червей. Экономическое значение некоторых видов дождевых червей изучено довольно детально. Известно, что большинство видов дождевых червей играет существенную роль в повышении плодородия почв [11].

В книге «Дождевые черви для повышения урожая» Виктор Горбунов пишет: «Черви стимулируют процесс гумусообразования в 52–56 раз. Им свойственна высокая активность потребления растительных остатков (185 % к своей массе).

Почвы, населенные дождевыми червями, обычно очень обильно пронизаны их ходами. Это происходит благодаря тому, что один червь может прорыть целую систему ходов (которая может составить 4000–7000 км/га), сообщающихся друг с другом и выходящих в нескольких местах на поверхность. На одном акре земли может быть до 500 тыс. земляных червей, которые могут перерабатывать до 5 тонн и более почвы в год.

В Российской Федерации насчитывается 56 видов и 5 подвигов дождевых червей, принадлежащих к 5 семействам: Moniligastridae, Megascolidae, Eudrilidae, Glossoscolidae и Lumbricidae.

Существует также классификация, основанная на трофической стратегии (по способу питания), и экологической стратегии (по условиям обитания), что более подходит при использовании дождевых червей в практической деятельности человека [11].

И. Н. Титов в своей книге «Дождевые черви. Руководство по вермиккультуре в двух частях. Часть I: Компостные черви» приводит следующую классификацию:

«Трофическая классификация делит дождевых червей на три категории: фитофаги (питающиеся растительным опадом или дебрисом), геофитофаги (питающиеся растительным опадом и почвой) и геофаги (питающиеся почвой). Но при классификации по условиям среды их обитания дождевых червей разделяют на такие три категории: эпигеики, анецики и эндогеики.»

В природе черви-эпигеики большей частью ограничены верхним слоем почвы и подстилкой, являются «преобразователями подстилки», питаются разлагающимися органическими отходами, иногда поглощают и почву. Они не имеют постоянных нор, очень подвижны. Отличаются коротким жизненным циклом, имеют небольшие или средние размеры, быстро растут и размножаются, а также способны быстро адаптироваться к условиям среды на поверхности почвы. Обитают в областях, богатых органическим сырьём, в лесу под грудами листьев или разлагающихся стволов деревьев, в навозных кучах.

Их легко выращивать в искусственных условиях, т.к. они не делают глубоких нор и предпочитают поглощать богатый органикой материал.

Эти природные организмы для разложения – «компостеры» являются тем типом червей, который используется широко и повсеместно для вермикомпостирования и вермикультивирования.

Эта группа червей-эпигеиков включает в себя такие виды компостных червей как *Lumbricus rubellus*, *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei*, *Eiseniella tetraedra*, *Dendrobaena rubida*, *Eudrilus eugeniae* и *Perionyx excavatus* [11].

Компостный червь *Eisenia fetida* является наиболее широко используемым человеком в коммерческих целях, так как легко адаптируется к широкому спектру изменений окружающей среды и различному виду корма. Стратегия выживания этого вида червей также хорошо изучена в лабораторных условиях [7].

Он может «работать» в широком диапазоне t 4 - 30 °C и может действительно выживать в течение некоторого времени в замороженном органическом материале. Показано, что находящиеся в коконах яйца остаются жизнеспособными, будучи замороженными, в течение нескольких недель [11].

Eisenia fetida (Savigny, 1826) – Эйсения пахучая или червь навозный (компостный). Космополит. Считается, что произошёл как подстилочный вид в горных лесах к югу от Каспийского моря. В пределах европейской части России он распространён вплоть до Кольского полуострова. Обитает во многих лесах, является обычным видом в навозных и компостных кучах, в гниющем навозе, богатой перегноем почве вблизи хозяйственных построек (относится к синантропным видам). В естественных, природных условиях обитает на юге европейской части России, начиная с лесостепной зоны, и на Кавказе. В лесах населяет гниющую древесину, встречается также в скоплениях растительных остатков по дну оврагов и берегам рек [11].

В 30-е годы XX столетия в Калифорнии были предприняты первые научные попытки по выращиванию червей промышленным способом. Они увенчались успехом лишь 20 лет спустя, когда в США были созданы первые хозяйства по культивированию червей на отходах. Выращенных червей использовали как наживку для рыбной ловли, как корм для рыб (главным образом, аквариумных), комнатных животных и животных в зоопарках, а также лабораторных животных. Позднее многие из этих хозяйств перешли на товарное производство биогумуса и биомассы червя.

Именно этот этап исследований дождевого червя можно назвать началом зарождения вермикультивирования как биотехнологического направления сельскохозяйственной науки.

В настоящее время в США насчитывается около 700 хозяйств промышленного типа, в которых различные органические отходы перерабатываются в биокомпост с помощью дождевых червей [2].

Идея культивирования дождевых червей принадлежит американскому врачу Баррету. В 1959 году на собственной ферме он занимался разведением дождевых червей с целью утилизации всех видов органических отходов. Результаты его работ не остались незамеченными. В ряде стран мира (США, Канада, Япония, Китай и много др.) приступили не только к изучению способов культивирования дождевых червей, но и к созданию материально-технической базы для их выращивания в промышленных масштабах. Их использовали для переработки отходов сельскохозяйственных, промышленных производств, городских и бытовых отходов, для получения нетрадиционных органических компостных удобрений, для использования биомассы самих червей в различных целях (наживка для рыбаков и кормовые добавки) [12].

Наибольшее распространение в европейских странах культивирование дождевых червей на отходах получило в Италии. В начале 80-х годов прошлого века в этой стране из отходов вырабатывали около 18 тысяч тонн биокомпоста в год. Самое крупное из хозяйств, использующих вермикультуру, занимает площадь 16 га. Кормом служат отходы бумаги, целлюлозы, древесины, листья и стебли растений.

Во Франции, которая первая в Европе занялась вермикультивированием и достигла при этом больших успехов, насчитывается свыше 2 тысяч хозяйств по переработке отходов этим методом. Есть товарные хозяйства по производству биокомпоста в Великобритании, Нидерландах, ФРГ и других странах Западной Европы. Переработкой отходов на биокомпост с помощью дождевых червей занимаются и в странах Восточной Европы: в Польше, Венгрии, Чехии [2].

В Великобритании культивированием дождевых червей занимаются в течение 30 лет на Ротамстедской опытной станции, на базе которой создана новая британская компания:

«BritishEarthwormTechnology» - Британская технология применения дождевых червей [31]. Накоплен большой опыт вермикультивирования в странах Азии (Япония, Китай, Филиппины, Тайвань), Южной Америки и Австралии. За рубежом созданы фирмы, которые поставляют предпринимателям оборудование и маточную культуру червей, оказывают консультативную помощь по их разведению, организуют сбыт биокомпоста и корма из червей.

В результате перехода на новую биотехнологию в сельскохозяйственном производстве в развитых и многих развивающихся странах резко возросли производство экологически чистой сельскохозяйственной и животноводческой продукции, урожайность полей. На полях, удобряемых червекомпостом (биокомпостом), урожайность зерновых достигает 56–70 ц/га (Англия, Голландия, ФРГ), а картофеля – 500–800 ц/га (Голландия, Англия). Новая биотехнология производства червекомпоста позволяет в кратчайшие сроки повысить плодородие почв в 5–10 раз и во столько же сократить посевные площади [2].

1.3 Биогумус: основные свойства, получение и применение

Биогумус (вермикомпост) - продукт переработки органических отходов дождевыми червями (капролиты). Ценнейшее, широко известное органическое удобрение пролонгированного комплексного действия, содержащее кроме элементов питания растений стимуляторы роста, ферменты, антибиотики, аминокислоты и обильную полезную микрофлору. Благодаря его свойствам биогумус используют не только как удобрение, но и как средство восстановления истощённых и мёртвых почв.

В настоящее время среди потребителей огромной популярностью пользуются органические продукты, которые изготовлены в соответствии с утвержденными правилами (стандартами), предусматривающими отказ от использования (минимизацию использования) пестицидов, синтетических минеральных удобрений, регуляторов роста, искусственных пищевых добавок, а также запрещающими использование генетически-модифицированных продуктов (ГМО). Например, в сельском хозяйстве на полях не используют минеральные быстрорастворимые удобрения, а для борьбы с вредителями используют физические и биологические методы: ультразвук, шум, свет, ловушки, температурные режимы. [9].

В общем, это фрукты и овощи, рост и развитие которых происходит в естественной среде, при этом используются натуральные удобрения. В таких условиях невозможно получать высокие урожаи, больше сохраняется качество продукции. На протяжении многих лет такие продукты выращивали лишь частные фермерские хозяйства, используя различные компосты.

Одним из экологически чистых компостов в органическом растениеводстве является вермикомпост (биогумус) и современным исследователям в области сельского хозяйства, и многим дачникам и фермерам он хорошо известен. В настоящее время в любом хозяйственном магазине можно купить почвенный грунт, в составе которого обязательным компонентом является вермикомпост [6].

Весьма существенно отличие биогумуса от простых органических удобрений: в нем содержится большое количество водорастворимых форм азота, фосфора и калия – самых необходимых для растений веществ. Микроэлементы тоже переходят в более подвижную форму. Содержание доступных водорастворимых фракций в биогумусе также очень высокое. Это особенно важно в первый период роста и развития растений. [2].

Биогумус, полученный при утилизации органического сырья, с помощью дождевых червей представляет собой выделения или копролиты дождевых червей. Он представляет собой черную рассыпчатую и приятно пахнущую почвоподобную массу, похожую на чернозем. Он обладает свойствами: высокое содержание гумуса, (до 32% на сухой вес) гуминовых веществ — гуминовые кислоты, фульвокислоты и гумины (ростостимулирующие свойства), улучшенные физические свойства, низкая кислотность, малое содержание тяжелых металлов(агрехимические свойства), которое зависит от вида утилизируемого сырья. Кроме повышения урожайности, его можно применять для «омоложения» почвы в случае ее деградации.

Технология вермикомпостирования является практически безотходной. Она основана на способности червей поглощать в процессе своей жизнедеятельности органические остатки и почву, которые в организме червей измельчаются, химически трансформируются, обогащаются питательными элементами, ферментами и микроорганизмами [10].

Биогумус не содержит патогенных микроорганизмов, яиц гельминтов, семян сорняков и тяжелых металлов. Все питательные вещества находятся в нем в сбалансированном сочетании и в виде биодоступных для растения соединений. Более того, он содержит в себе уникальное

сообщество полезных для почвы и растений микроорганизмов, которые при внесении биогумуса в почву заселяют ее, выделяют фитогормоны, антибиотики, фунгицидные и бактерицидные соединения, что приводит к вытеснению патогенной микрофлоры. Это все, в конечном счете, оздоравливает почву и устраняет многие широко распространенные болезни растений.

Эффективность биогумуса:

-биогумус быстро восстанавливает естественное плодородие почвы, улучшает ее структуру и здоровье;

-биогумус не обладает инертностью действия: растения и семена сразу реагируют на него, сокращает сроки прорастания семян, ускоряет рост и цветение растений, сокращает сроки созревания плодов на две-три недели;

-биогумус обеспечивает крепкий иммунитет у растений, повышая их устойчивость к стрессовым ситуациям, неблагоприятным погодным условиям, бактериальным и гнилостным болезням;

-биогумус обеспечивает высокую приживаемость саженцев и рассады, оптимальный рост цветов, их интенсивное и продолжительное цветение;

-биогумус значительно повышает урожайность и улучшает вкусовые качества выращиваемой продукции;

-биогумус связывает в почве тяжелые металлы и радионуклиды, не дает растениям накапливать нитраты;

-биогумус обеспечивает стабильный высокий экологически чистый урожай [13].

Известно, что применение вермикомпостов повышает урожайность пшеницы, сахарной свеклы на 20 %, кукурузы на 30-50 %, картофеля – 50-100 %, овощей, фруктов – на 35 %, редиса – на 39 %.

Расчеты показали, что 80 кг биогумуса заменяют по удобрительной ценности тонну навоза крупного рогатого скота. Таким образом, биогумус служит очень ценным удобрением в сельском хозяйстве. Его применение позволяет увеличить урожайность культур, снизить кислотность почвы, увеличить коэффициент гумификации в 1,5-2,5 раза, улучшить микрофлору почвы, снизить количество валовых форм тяжелых металлов в почве [10].

Процесс вермикомпостирования занимает от 3 до 5 месяцев. При этом количество червей увеличивается в 5–10 раз, в зависимости от тщательности поддержания оптимальных условий. Полученный биогумус характеризуется однородным составом, рыхлостью, имеет буро-черный цвет, без запаха. Его просеивают, если надо – подсушивают и укладывают в удобную упаковку или вносят на грядки.

В районах с умеренным и теплым климатом выборку червей и биогумуса можно проводить до трех раз при соблюдении следующих основных положений: готовность субстрата; поддержание в коробах влажности до 80 %; хороший воздухообмен, что достигается постоянным ворошением субстрата в коробах. Если же взрослых червей отделять каждые 2 месяца, можно еще больше ускорить воспроизводство вермикультуры [2].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в сельском хозяйстве одним из экологически чистых компостов является вермикомпост. Использование вермикомпостов имеет ряд преимуществ по сравнению с минеральными удобрениями. Применение биогумуса позволяет увеличить урожайность культур, снизить кислотность почвы, увеличить коэффициент гумификации, улучшить микрофлору почвы, снизить количество тяжелых металлов в почве.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Характеристика объектов исследования

Объектами исследования являлись вермикультура (червь породы Владимирский старатель) и вермикомпост (биогумус).

Дождевой червь *Eiseniafetida* является фитофагом, к категории эпигеиков. *Eiseniafetida* имеет средние размеры и очень характерный признак – полосатость. Окраска полос от розового до багряно-красного цвета, а непигментированные участки имеют желтоватый оттенок. Его наиболее просто выращивать в вермикультуре .

Известные свойства компостного червя вида *Eiseniafetida*.

Скорость размножения – около 10 ювенилов/червь/неделя при оптимальных условиях.

Среднее число ювенилов в коконе – в среднем около трёх.

Время появления из кокона – в среднем через 23 дня при оптимальных условиях.

Возраст половозрелости – через 40-60 дней после вылупления при оптимальных условиях[11].

Для успешного вермикультивирования мы придерживались следующих рекомендаций по уходу за дождевыми червями:

Температура. Живут в довольно широком диапазоне t 5 - 30 °С. Оптимум для коммерческого производства t 15 до 26 °С, для размножения червей – от 15 до 21 °С. Если температура в ящиках с червями поднимается до опасно высокого уровня, то необходимо охлаждать субстрат при помощи воды или уменьшить внесение свежего корма.

Влажность. Оптимальной является влажность 70–85 %, т. е. близкая к содержанию воды в теле червя. Субстрат при этом выглядит рассыпчатым и сырым, а не сухим или чрезмерно влажным. Черви должны быть защищены от воздействия прямого солнечного света, чтобы не перегреться и не погибнуть. Если при перегрузке ящика чувствуется неприятный запах, то это означает, что субстрат слишком сырой. Тогда необходимо менее интенсивно добавлять органический материал, чтобы черви успевали за вами. Влажность ниже 30–35 % тормозит развитие червей, а при влажности 22 % они погибают в течение недели. Следует избегать чрезмерного увлажнения, поскольку черви могут попросту утонуть.

Проветривание. Дождевые черви могут жить при относительно низком содержании кислорода в среде обитания, и даже выживать в воде, если там присутствует растворенный кислород. Однако если кислород отсутствует вовсе, черви могут умереть. Кислород может иссякнуть, если перестараться с поливом и в случае чрезмерно большого количества свежего корма. Сократив полив, прекратив подачу свежего корма и переворачивая субстрат, можно добиться оптимального содержания кислорода. Перемешивать субстрат рекомендуется один раз в две-три недели.

Кислотность (pH). Дождевые черви комфортно чувствуют себя в диапазоне показателей кислотности от 4,2 до 8,0. Для коммерческого производства уровень кислотности должен поддерживаться от 6,8 до 7,2. Замерять уровень кислотности желательно один раз в неделю на глубине 10–20 см и один раз в месяц во всем слое субстрата. Повышенную кислотность можно исправить с помощью извести (карбонат кальция), перемешав ее с субстратом, пониженную – с помощью мха (желательно из торфяников, но можно и лесного). Добавлять его необходимо до тех пор, пока значение pH не поднимется до 6,8–7,2 [2].

Соблюдение данных рекомендаций способствует активному росту и размножению дождевых червей при максимальном потреблении корма, что приводит к ускорению переработки органической фракции отходов, увеличению выхода биомассы червей [7].

Однако Eiseniafetida, так же, как и другие виды дождевых червей, очень чувствительны к аммиаку и не могут выживать в органических отходах, содержащих аммиак, например, в свежей подстилке домашней птицы.

Дождевые черви погибают и в органических отходах при повышенных концентрациях неорганических солей. И аммиак, и неорганические соли имеют очень острые пороговые токсические значения для дождевых червей [3].

Вермикомпост (биогумус) - копролиты червей - продукт, полученный в результате переработки органических отходов дождевыми червями и почвенными бактериями в процессе их жизнедеятельности. Содержит в себе полезную микрофлору, большое количество полезных макро- и микроэлементов, питательные вещества, необходимые для улучшения структуры почвы и полноценного роста растений. В нем отсутствуют яйца гельминтов и других возбудителей заболеваний, семена сорняков и т.д.

2.2 Схема опыта и методы лабораторных исследований

Исследования проводились на базе ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ. Дождевых червей породы Владимирский старатель выращивали в вермикомпостере на органических отходах.

(Устройство вермикомпостера- см. рисунок 1, приложения)

Анализ массы дождевых червей и биогумуса проводили в ЦАС «Пензенский» по аккредитованным методикам, а затем изучали дозы биогумуса при выращивании рассады перца сорта Подарок Молдовы по общепринятым методикам по следующей схеме:

1. Контроль - торф;
2. 20% биогумуса+торф;
3. 30% биогумуса+торф;
4. 40% биогумуса+торф;
5. 100% биогумуса.

В школьной лаборатории выращивали рассаду перца «Калифорнийское чудо» и томатов «Розовый слон»:

1. Без удобрения – почва заготовленная осенью на дачном участке «Заря» 50/50%.
2. Почва из контрольного опыта + биогумус 50%.
3. 100% биогумуса.

2.3 Результаты исследований

Мы получили биогумус (вермикомпост) —органическое удобрение, полученное в результате переработки червями органических отходов и сравнили его состав со стандартами (Приложение 2, 3).

Биогумус характеризуется нейтральной реакцией среды, содержание гумуса 30 %, азота- 1,95, фосфора – 2,1, калия – 1,71, кальция – 4,83. Кроме того если 1 г навоза содержит 150-350 млн колоний бактерий, то вермикомпост — 100-200 млрд.

Примечание: Химический анализ проводился студентами ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ. Полученное удобрение опробировали при выращивании рассады.

2.4. Изучение эффективности разных доз биогумуса в лабораторных условиях

Исследованиями установлено, что биогумус имеет многостороннее положительное действие на агрохимические, физико-химические, и биологические характеристики почв. В биогумусе аккумулировано большое количество макро-и микроэлементов непосредственно усваиваемых растениями, имеется ряд ростовых веществ, витаминов, антибиотиков, 18 аминокислот и полезная микрофлора.

Черви выделяют из субстрата кальций, тем самым снижают кислотность среды. Коэффициент гуммификации субстрата 15—25 %, в то время как для навоза он составляет до 10 %. За счет интенсивной ферментации биогумус содержит большое количество биологически активных веществ (ауксинов, гетероауксинов и др.), которые значительно снимают стресс растений, особенно рассады при высадке в поле, усиливают приживаемость. Данные БАВ ускоряют прорастание семян, повышают устойчивость растений к заболеваниям, влияют на рост и развитие растений, тем самым способствуют получению ранней продукции высокого биологического качества, пригодной к длительному хранению.

Биогумус обладает и другими ценными свойствами, такими как большая влагоемкость, влагостойкость, гидрофильность, механическая прочность, отсутствие семян сорных растений. Биогумус способен задержать до 70 % воды и является в 15—20 раз эффективней любого органического удобрения.

Исследования разных доз биогумуса в качестве дополнительного компонента к торфу при выращивании рассады перца сорта Подарок Молдовы показали, что 30% количество биогумуса в составе субстрата для выращивания растений вызвало максимальный прирост биомассы. Использование биогумуса в чистом виде в качестве субстрата оказывало угнетающее действие на растения (Приложения - табл. 4).

При проведении опыта по выращиванию рассады в школьной лаборатории, максимальный эффект при прорастании и развитии растений (перец «Калифорнийское чудо» и томаты «Розовый слон») мы наблюдали при использовании почвосмеси с 50% содержанием биогумуса. Использование биогумуса в чистом виде в качестве субстрата также оказывало угнетающее действие на растения.

Кроме того при высадке перцев и томатов в грунт при внесении на грядки биогумуса были получены максимальные прибавки урожая по сравнению с контролем (без внесения). Средняя масса плодов перца «Калифорнийское чудо» 215г, томатов «Розовый слон» 450г

Исследованиями других авторов было также установлено, что при сплошном внесении 2,5-3 т/га биогумуса или при локальном – 250-300 кг/га производственные затраты сокращаются в 3-5 раз на 1 га по сравнению с внесением традиционных органических удобрений [1].

Таким образом, комплексное применение вермикомпоста в хозяйствах России позволит выращивать экологически безопасную продукцию, которая будет пользоваться активным спросом у потребителей, повысит снижающееся почвенное плодородие.

2.5. Экономическая эффективность вермикультивирования и вермикомпостирования

Технология вермикультивирования не требует капитальных затрат на строительство специальных помещений, легко размещается непосредственно в пустующих хозяйственных помещениях. При отсутствии помещения применяется схема, когда основное производство разворачивается на отдельной площадке в период с апреля по октябрь, где черви содержатся в грядках, траншеях. Высокая производительность вермиучастка при минимальных затратах на единицу продукции обеспечивает высокую рентабельность производства и конкурентоспособность продукции. В домашних условиях можно применять вермикомпостер промышленного производства (цена около 10 тыс рублей) или изготовить его из подручных средств (овощные ящики, пластиковая тара). Экономическую оценку организации вермихозяйства на открытой площадке для производства 100 тонн биогумуса за сезон можно видеть в таблице 5 (*Приложения*)

Основным источником органического сырья для приготовления базового субстрата служат запасы навоза крупного рогатого скота, свиней, птиц, в домашних условиях пищевые отходы. Основным производителем и потребителем биогумуса следует считать крупные сельскохозяйственные предприятия, которые имеют огромные запасы сырья и необходимые площади для производства биогумуса. В частном хозяйстве применение биогумуса возможно на дачном участке, для выращивания рассады, комнатных растений.

2.6. Перспективы развития работы

Данная работа, как мы планируем, будет иметь продолжение. Проведённый эксперимент и выводы, полученные в ходе эксперимента, могут послужить основой для создания собственной площадки изготовления биогумуса, который необходим для удобрения почвы грядок «Аптекарского огорода». Подобие вермикомпостера мы планируем создать из пластиковой тары (овощных ящиков). Для реализации идеи имеется подходящее помещение – хозблок со стеллажами. В качестве субстрата будет использована прошлогодняя листва, которая осталась в небольшом количестве на пришкольном участке. Пищевые отходы можно получить в школьной столовой в дни работы пришкольного лагеря, а также мы планируем использовать скошенную и полученную в результате прополки траву. Дождевые черви будут завезены с дачного участка (с компостной кучи).

Заключение

1. Исследованиями установлено, что биогумус имеет многостороннее положительное действие. В биогумусе аккумулировано большое количество макро-и микроэлементов непосредственно усваиваемых растениями, имеется ряд ростовых веществ, витаминов, антибиотиков, 18 аминокислот и полезная микрофлора. Химическое действие биогумуса нейтральное. В результате того, что гумус содержит комплекс полезных веществ может быть использован для всех сельскохозяйственных культур, но особенно для тех, которые требуют питательные вещества в концентрированной форме. Биогумус сбалансирован по химическому составу, элементы питания действуют синхронно и пролонгированно, служат новым видом удобрений для получения экологически чистой продукции, способны реанимировать почву и снижать антропогенное влияние, особенно при внесении повышенных доз удобрений.

2. Исследования разных доз биогумуса в качестве дополнительного компонента к торфу при выращивании рассады перца сорта Подарок Молдовы показали, что 30% количество биогумуса в составе субстрата для выращивания растений вызывало максимальный прирост биомассы. При выращивании растений (перец «Калифорнийское чудо» и томаты «Розовый слон») максимальный эффект мы наблюдали при использовании почвосмеси с 50% содержанием биогумуса. Использование биогумуса в чистом виде в качестве субстрата оказывало угнетающее действие на растения во всех опытах.

3. Установлено, что биогумус можно получать даже в домашних условиях, что имеет не только экономическую выгоду, но и способствует решению проблем экологически чистой утилизации органических отходов.

4. Вермихозяйства на открытой площадке для производства 100 тонн биогумуса за сезон даст прибыль уже в первый год только по биогумусу 76,5 тыс. руб.

5. Результаты проведенной работы мы используем для дальнейшей реализации школьного проекта «Аптекарский огород».

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Бабенко А. С. Перспективы использования вермикомпоста в защите растений / А. С. Бабенко, Ван Джа Нин // Вестник Томского государственного университета. Биология. — Томск: НИТГУ. — 2010. — 1 (9). — С. 105-110.
2. Гадиев, Р. Р. Использование биологически активных добавок в кормлении водоплавающей птицы: монография/Р. Р. Гадиев, В. А. Корнилова, Д. Д. Хазиев. -Самара: РИЦ СГСХА, 2014. -224 с.
3. Горбунов В. В. Дождевые черви для повышения урожая / В. В. горбунов. — М.: Астрель, 2012. — 250 с.
4. Дождевые черви и плодородие почв: сб. науч. тр. — Владимир, 2004 — 645 с.
5. Коццаев А. Г. Биотехнология вермиккультивирования органических отходов / А. Г. Коццаев, О. В. Коцьева, М. А. Елисеев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина. — 2014. — № 95. — С. 594- 603.
6. Мейер В. Механизм контроля популяции компостного червя *Eiseniafetida* / В. Мейер// Дождевые черви и плодородие почв: сб. науч. тр. — Владимир, 2004. — С. 44-49.
7. Мельник И. А. Вермиккультивирование: история, достижения, мифы, перспектива / И. А. Мельник // Вермикомпостирование и вермиккультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: достижения, проблемы, перспективы: сб. науч. тр. / ред. кол. С. Л. Максимова [и др.]. — Минск, 2013. — С. 25-35.
8. Методические указания по определению токсических свойств препаратов, применяемых в ветеринарии и животноводстве. - Москва, 1985. -С. 239-288.
9. Петроченко К. А. Некоторые физико-химические аспекты переработки листового опада дождевыми червями *Eiseniafetida* в лабораторных условиях / К. А. Петроченко, А. В. Куровский, А. С. Бабенко // IV Международная конференция, посвященная памяти Ю. А. Львова: сб. науч. тр. — Томск, 2012. С. 401-404.
10. Ручин А. Б. Для чего нужен биогумус? / А. Б. Ручин // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. — М.: МГПУ. — 2014. — № 4-1. С. 62-64
11. Титов И. Н. Вермиккультура как возобновляемый источник животного белка из органических отходов / И. Н. Титов, В. М. Усоев // Вестник Томского государственного университета. Биология. — Томск: НИТГУ. — 2012. — № 2 (18). — С. 74–80.
12. http://rostechbio.ru/?page_id=313
13. <https://agrotechnology.com/organicheskaya/teoriya/biogumos-spasenie-dlya-toshchih-pochv>

Приложения

Приложение 1. Сравнительная характеристика люмбрицид

Вид дождевого червя	Окраска	Длина тела, см	Расположение пояска, сегмент	Где обитает, характер ходов, глубина проникновения
Большой красный выползок	тёмно-красная с фиолетовым оттенком	до 30	с 32-го по 37-й	глубокие ходы, глубина проникновения до 2 м
Малый красный выползок	вишнёво-красная	до 15	с 27-го по 32-й	поверхностный слой почвы, ходы неглубокие
Пашенный червь	сероватая	до 15-16	с 27-го по 34-й	держится в толще почвы на глубине 5-16 см
Навозный червь	тёмно-красная или красновато-коричневая	до 6-10	с 22-го по 27-й	в скоплениях навоза, гнилой соломы, в старых трухлявых пнях, дуплах, в скоплениях прелых листьев, по берегам речек и ручьёв
Эйзения Норден шельда	тёмно-вишнёво-красная	до 25-30	с 22-го по 28-й	в толще почвы, глубокие ходы
Эйзениелла четырёхгранная	серовато-коричневая с желтоватым оттенком	до 2,5-6	с 22-23 по 27-й	по берегам водоёмов, в воде у берега

Рисунок 1



Приложение 2. Мировые требования к составу биогумуса¹

ПОКАЗАТЕЛИ	РОССИЯ (ПРЕЙСКУРАНТ 708201)	ФРГ (ГОСТ)	ПОЛЬША (ГОСТ)	АТП "ГОРЕЦКОЕ" (ОПЫТЫ)
Содержание органического вещества, %	40-45	40-45	40-60	43-60
Отношение C/N	15	15		15
Содержание доступного азота, %	не менее 1,5	не менее 1,5	1,5-3,0	1,8-2,0
Содержание P ₂ O ₅ , %	1,2	1,2	1,8-4,0	1,8-3,0
Содержание K ₂ O, %	0,5	0,5	1,5-3,0	0,75
Гумус, %	не менее 15,0	-	-	20,0
Влажность, %	50,0	40-60	40-60	50-60
pH	6,5-7,5	6,5-7,5	6,8-7,2	7,0-7,1

Приложение 3. Химический состав вермикомпоста

Показатели	Содержание, %	Показатели	Содержание, %
pH	6,80	Магний	0,60
Гумус	30,0	Железо	0,68
Азот	1,95	Медь	0,03
Фосфор	2,10	Марганец	0,06
Калий	1,71	Цинк	0,08
Кальций	4,83		

Приложение 4. Динамика роста перца Подарок Молдовы в лабораторном опыте

Варианты	Высота, см		
	через 1 месяц после посева	через 2 месяца после посева	через 3 месяца после посева
1. контроль - торф;	2,7	15,1	35,6
2. 20% биогумуса+торф;	4,1	22,6	52,9
3. 30% биогумуса+торф;	4,3	34,3	74,0
4. 40% биогумуса+торф;	3,9	26,0	66,5
5. 100% биогумуса	2,1	13,5	27,5



Приложение 5. Динамика роста перца «Калифорнийское чудо» и томата «Розовый слон» в лабораторном опыте

Варианты	«Калифорнийское чудо»			«Розовый слон»		
	Высота, см					
	через 1 месяц после посева	через 2 месяца после посева	через 3 месяца после посева	через 1 месяц после посева	через 2 месяца после посева	через 3 месяца после посева
1. Без удобрения – почва заготовленная осенью на дачном участке «Заря» 50/50%.	2,5	14,2	36,7	10,4	18,5	25,8
2. Почва из контрольного опыта + биогумус 50%.	5,1	23,2	49,9	17,3	25,9	38,7
3. 100% биогумуса.	2,3	12,2	44,4	10,1	17,2	27,4



Приложение 6. Экономическая оценка организации вермихозяйства на открытой площадке (проектная мощность 100 тонн в сезон)

№п/п	Показатели	Единицы измерения	Годы реализации проекта	
			1	2
1	Расходы, в т.ч. Приобретение биомассы, инвентаря и оборудования Подготовка субстрата Обустройство открытой площадки Транспортные расходы Зарплата	тыс. руб.	160	248
2	Выход продукции: Биогумус Биомасса	тонн млн.шт.	22,5 3	105 7
3	Себестоимость: Биогумус Биомасса	тыс.руб./т тыс.руб./млн.шт.	1,6 8	0,85 8,42
4	Стоимость произведенной продукции: Биогумус Биомасса	тыс.руб.	112,5 900,0	525,0 2100,0
5	Прибыль: Биогумус Биомасса	тыс.руб.	76,5 -	436,0 241,0
6	Уровень рентабельности: Биогумус Биомасса	%	212,5 -	490 408,5