



Управление образования города Пензы  
МБОУ СОШ №56 г. Пензы им. Героя России  
А.М. Самокутяева

II Региональный фестиваль творческих открытий и  
инициатив «Леонардо»

**СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЯ»**

**ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**  
**«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 высшей категории  
МБОУ СОШ №56 г. Пензы им. Героя  
России А.М. Самокутяева

**Научный консультант:**

Куликова Евгения Геннадьевна,  
КБН, доцент

Пенза 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ	5
1.1 Биология дождевых червей	5
1.2 Мировой и отечественный опыт использования вермикультивирования для комплексного решения экологических и аграрных проблем	6
1.3 Биогумус: основные свойства, получение и применение	10
2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	13
2.1. Характеристика объектов исследования	13
2.2. Схема опыта и методы лабораторных исследований	14
2.3. Результаты исследований	15
2. 4 Изучение эффективности разных доз биогумуса в лабораторных условиях	15
2.5. Экономическая эффективность вермикультивирования и вермикомпостирования	17
2.6. Перспективы развития работы	17
Заключение	18
ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ	19
ПРИЛОЖЕНИЯ	21

## **Введение**

Постоянно увеличивающееся население Земли, рост городского населения и потребительский образ жизни людей приводят к безмерно возрастающему производству и накоплению громадных объёмов промышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов. Существенная часть этих отходов (до 60-70 %) является органической (пищевые отходы) и нетоксичной по своей природе. Обсуждаются вопросы отдельного 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 вермикюльтивирование. 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 (*Phylum Annelidae*), подтипу Поясковых (*Subphyllum Clitellata*), подцарству многоклеточных, царству животных *Animalia*, классу Малощетинковых червей (*Classis Oligochaeta*), отряду Люмбрикоморфы (*Lumbricomorpha*), или Высших Малощетинковых, (*Ordo Lumbricomorpha*), семейству Настоящие дождевые черви (*Familia Lumbricidae*), 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 (*Lumbricus rubellus*). 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, способен перерабатывать все виды органики. Важной особенностью является 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, 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.

Вермитехнология 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. Обожествляли дождевого червя, считали его святым животным и запрещали вывозить из страны.

Аристотель называл червей «кишечником земли» - пропуская через свой кишечник землю и растительные остатки, черви обогащают почву [2].

Согласно Рейнольдсу, имеется, по крайней мере, 7254 видов олигохет, обладающих уникальными 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. Известно, что большинство видов 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, т.к. один червь может прорыть целую систему ходов (до 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 подвидов дождевых червей, принадлежащих к 5 семействам: Moniligastridae, Megascolidae, Eudrilidae, Glossoscolecidae 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 вермикультуре в двух частях. Часть I: Компостные черви» приводит следующую классификацию:

«Трофическая классификация делит дождевых червей на три категории: фитофаги (питающиеся растительным опадом или дубрином), 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, с коротким жизненным циклом, имеют небольшие размеры, быстро растут и размножаются, а также способны быстро адаптироваться к условиям среды. Обитают в областях, богатых органическим сырьём. Поэтому их легко выращивать в искусственных условиях. Эти природные «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 *Perionix excavatus* [11].

Компостный червь *Eisenia fetida* широко используется в коммерческих целях, т.к. легко адаптируется к изменениям 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 °С и может выживать в течение некоторого времени в замороженном органическом материале, а находящиеся в коконах яйца остаются жизнеспособными 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 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 промышленному выращиванию червей. Они увенчались успехом лишь 20 лет спустя, когда в США были созданы первые хозяйства. Червей использовали как наживку для рыбной ловли, как корм для рыб (чаще аквариумных), домашних, лабораторных и животных в зоопарках. Позднее многие хозяйства перешли на товарное производство биогумуса и биомассы червя. Это было началом зарождения вермикультивирования как биотехнологического направления сельскохозяйственной науки.

В настоящее время в США насчитывается около 700 хозяйств, в которых органические отходы перерабатываются в биогумус с помощью червей [2].

В результате работ (1959г) американского врача Баррета, который выращивал червей на своей ферме, утилизируя отходы, в ряде стран мира (США, Канада, Япония и др.) приступили к созданию научной и материально - технической базы для выращивания червей в промышленных масштабах [12].

Наибольшее распространение в Европе культивирование червей на отходах получило в Италии, самое крупное хозяйство занимает площадь 16 га.

Франция первая европейская страна, которая занялась вермикультивированием, сейчас там свыше 2 тысяч хозяйств по переработке

отходов этим методом. Есть хозяйства по производству биогумуса и в других странах Западной и Восточной Европы [2].

В Великобритании работы идут в течение 30 лет на Ротамстедской опытной станции, на ее базе создана компания: «BritishEarthwormTechnology» - Британская технология применения дождевых червей [31]. Накоплен большой опыт вермикультивирования в странах Азии, Южной Америки и Австралии. Созданы фирмы, которые поставляют оборудование и маточную культуру червей, проводят консультации по их разведению, организуют сбыт биогумуса и корма из червей.

Благодаря биотехнологиям в сельскохозяйственном производстве резко возросли производство экологически чистой продукции, урожайность зерновых достигает 56–70 ц/га (Англия, Голландия, ФРГ), 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 (копролиты), черная, рассыпчатая и приятно пахнущая масса, похожа на чернозем и обладает: высоким содержанием гумуса, (до 32% на сухой вес) гуминовых веществ — ростостимулирующие свойства, улучшенными физическими и агрохимическими свойствами - низкая кислотность, мало тяжелых металлов, (зависит от вида утилизируемого сырья). Ценнейшее органическое удобрение пролонгированного комплексного действия, содержит кроме элементов питания стимуляторы роста, ферменты, антибиотики, аминокислоты и обильную полезную микрофлору - средство восстановления истощённых и мёртвых почв. В отличие 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. Это особенно важно в первый период роста и развития растений. [2].

В настоящее время популярны фрукты и овощи, рост и развитие которых происходит в естественной среде, при этом используются натуральные удобрения без использования, синтетических регуляторов роста, искусственных пищевых добавок, а также без использования продуктов ГМО. Например, на полях не используют минеральные быстрорастворимые удобрения, а для борьбы с вредителями используют физические и биологические методы: ультразвук, свет, ловушки, температурные режимы. [9].

Много лет такие продукты выращивали лишь частные фермерские хозяйства, используя различные компосты. В настоящее время в любом хозяйственном магазине можно купить почвенный грунт, в составе которого обязательным компонентом является вермикомпост [6].

Вермитехнология является практически безотходной, 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. Полезные для почвы и растений микроорганизмы, которые заселяют почву при внесении гумуса, выделяют фитогормоны, антибиотики, фунгицидные и бактерицидные соединения, которые вытесняют патогенную микрофлору. Это оздоравливает почву и устраняет многие широко распространенные болезни растений.

#### Эффективность биогумуса:

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

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

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

- обеспечивает высокую приживаемость саженцев и рассады, оптимальный рост цветов, их интенсивное и продолжительное цветение, значительно повышает урожайность и улучшает вкусовые качества выращиваемой продукции;

- связывает в почве тяжелые металлы и радионуклиды, не дает растениям накапливать нитраты, обеспечивает стабильный высокий экологически чистый урожай [13].

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

Расчеты показали, что 80 кг биогумуса заменяют по удобрительной ценности тонну навоза КРС, при этом позволяет увеличить урожайность, снизить кислотность почвы, увеличить коэффициент гумификации в 1,5-2,5 раза, улучшить микрофлору почвы, снизить количество тяжелых металлов в почве [10].

Процесс вермикомпостирования занимает от 3 до 5 месяцев. Количество червей увеличивается в 5–10 раз, в зависимости от условий. Полученный биогумус просеивают, если надо – подсушивают, упаковывают или вносят на грядки. В районах с умеренным и теплым климатом выборку червей и биогумуса можно проводить до трех раз при соблюдении основных условий: готовность субстрата; поддержание влажности до 80 %; хороший воздухообмен, что достигается постоянным ворошением субстрата. Если взрослых червей отделять каждые 2 месяца, можно еще больше ускорить воспроизводство вермикультуры [2].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в сельском хозяйстве вермикомпост является одним из экологически чистых удобрений и имеет ряд преимуществ по сравнению с другими удобрениями: увеличивает урожайность, снижает кислотность почв, увеличивает коэффициент гумификации, улучшает микрофлору почвы, снижает 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. Имеет средние размеры и очень характерный признак – полосатость, от розового до багряно-красного цвета, а непигментированные участки имеют желтоватый оттенок. Его наиболее просто выращивать в вермикультуре:

скорость размножения – около 10 ювенилов/червь/неделя; среднее число ювенилов в коконе – в среднем около трёх, при оптимальных условиях;

время появления из кокона – в среднем через 23 дня; половозрелость – 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 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.* Оптимальная влажность 70–85 %, близкая к содержанию воды в теле червя. Субстрат при этом рассыпчатый и сырой, а не сухой или чрезмерно влажный. Не должно быть воздействия прямого солнечного света, чтобы червям не погибнуть от перегрева. Если из ящика чувствуется неприятный запах, субстрат слишком сырой и необходимо менее интенсивно добавлять органический материал. Влажность ниже 30–35 % тормозит развитие червей, а при 22 % они погибают в течение недели. Следует избегать чрезмерного увлажнения.

*Проветривание.* Дождевые черви могут жить при относительно низком содержании кислорода, и даже выживать в воде, если там присутствует растворенный кислород. Однако если кислород отсутствует вовсе, черви

погибают. Сократив полив, прекратив подачу свежего корма и переворачивая субстрат один раз в две-три недели, можно добиться оптимального содержания кислорода.

*Кислотность (pH).* Дождевые черви комфортно чувствуют себя в диапазоне показателей кислотности от 4,2 до 8,0. Для коммерческого производства уровень должен поддерживаться от 6,8 до 7,2. Замерять желательно один раз в неделю на глубине 10–20 см и раз в месяц во всем слое субстрата. Повышенную кислотность можно исправить с помощью извести (карбонат кальция), пониженную – с помощью мха (желательно из торфяников, но можно и лесного)[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 *Eisenia fetida*, как и другие виды, 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 червями и почвенными бактериями в процессе их жизнедеятельности. Содержит полезную микрофлору, много 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 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 опробовали 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 нем 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, чем 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 БАВ, 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 качества, пригодной к длительному хранению.

Биогумус обладает и другими ценными свойствами: 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 при выращивании рассады перца сорта Подарок Молдовы показали, что 30% количество биогумуса в составе субстрата для выращивания вызывало максимальный прирост биомассы. (Приложения - табл. 4).

Опыт в школьной лаборатории показал максимальный эффект при выращивании рассады перца «Калифорнийское чудо» и томата «Розовый слон» получен при использовании почвосмеси с 50% содержанием биогумуса.

Использование биогумуса (в двух опытах) в чистом виде в качестве субстрата угнетает растения.

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

Вывод: комплексное применение вермикомпоста позволит выращивать экологически безопасную продукцию, которая будет пользоваться активным спросом у потребителей, повысит снижающееся почвенное плодородие.

## **2.5. Экономическая эффективность вермикультивирования и вермикомпостирования**

Вермитехнология не требует капитальных затрат на строительство помещений, легко размещается в пустующих хозпомещениях. При их отсутствии, производство возможно на отдельной площадке с апреля по октябрь, где черви содержатся в грядках, траншеях. Высокая производительность при минимальных затратах на единицу продукции обеспечивает высокую рентабельность и конкурентоспособность. В домашних условиях можно использовать вермикомпостер промышленного производства (цена около 10 тыс рублей) или можно изготовить его из подручных средств (овощные ящики, пластиковая тара). Экономическую оценку для производства 100 тонн биогумуса в сезон на открытой площадке см. в таблице 5 (Приложения)

Источником органического сырья для приготовления базового субстрата на с/х производстве служат запасы навоза скота и птиц, в домашних условиях пищевые отходы. Основным производителем и потребителем биогумуса следует считать крупные сельскохозяйственные предприятия.

## **2.6. Перспективы развития работы**

Мы планируем продолжение данной работы. Проведённый эксперимент и полученные выводы 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 в биогумусе большое количество сбалансированных, действующих синхронно и пролонгированно макро- и микроэлементов непосредственно усваиваемых растениями, имеется ряд ростовых веществ, витаминов, антибиотиков, 18 аминокислот и полезная микрофлора. Химическое действие биогумуса нейтральное. Гумус может быть использован для всех сельскохозяйственных культур, но особенно для тех, которые требуют питательные вещества в концентрированной форме. Биогумус служит удобрением для получения экологически чистой продукции, способен реанимировать почву и снижать антропогенное влияние.

2. Исследования показали, что 30% биогумуса в составе субстрата при выращивании рассады перца сорта Подарок Молдовы 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 в обоих опытах.

3. Биогумус можно получать в домашних условиях, что имеет экономическую выгоду и способствует решению проблем экоутилизации 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. Кощаев А. Г. Биотехнология вермикультивирования органических отходов / А. Г. Кощаев, О. В. Кощяева, 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. Вермикультивирование: история, достижения, мифы, перспектива / И. А. Мельник // Вермикомпостирование и вермикультивирование 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. Вермикультура 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](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 Норденшельда	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 биогумуса<sup>1</sup>

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 <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %	1,2	1,2	1,8-4,0	1,8-3,0
Содержание K <sub>2</sub> 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			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	<b>Расходы, в т.ч.</b> Приобретение биомассы, инвентаря и оборудования Подготовка субстрата Обустройство открытой площадки Транспортные расходы Зарплата	тыс. руб.	160	248
2	<b>Выход продукции:</b> Биогумус Биомасса	тонн млн.шт.	22,5 3	105 7
3	<b>Себестоимость:</b> Биогумус Биомасса	тыс.руб./т тыс.руб./млн.шт .	1,6 8	0,85 8,42
4	<b>Стоимость произведенной продукции:</b> Биогумус Биомасса	тыс.руб.	112,5 900,0	525,0 2100,0
5	<b>Прибыль:</b> Биогумус Биомасса	тыс.руб.	76,5 -	436,0 241,0
6	<b>Уровень рентабельности:</b> Биогумус Биомасса	%	212,5 -	490 408,5