

Секция: Экология

**Тема: Получением биогумуса
с использованием
Калифорнийского красного червя**

Автор: Новокщенова Катя

Научный руководитель: Кушнарера Анжелика Павловна,
учитель биологии

Место выполнения работы:
МБОУ «Музыкально-гуманитарный лицей им.Д. Аюшеева»,
республика Бурятия,
г. Улан-Удэ, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Получение биогумуса с использованием калифорнийского красного червя	4
1.1. Биогумус: его состав, свойства и способы применения	4
1.2. Биологические особенности красного калифорнийского червя в технологии промышленного получения биогумуса	6
Глава 2. Практическое получение биогумуса	8
2.1. Получение биогумуса в лабораторных условиях на растительных пищевых отходах	8
Заключение	11
Список использованной литературы	12
<i>Приложение 1</i>	13
<i>Приложение 2</i>	14
<i>Приложение 3</i>	17

Введение

Современная цивилизация производит колоссальное количество органических отходов - это отходы, образующиеся в сельском хозяйстве (экскременты животных), промышленности (разнообразные отходы растительного происхождения), коммунальные (пищевые отходы). Они составляют около 30% от общих объемов отходов, вывозимых без переработки на полигоны захоронения. Сырые органические отходы, попадая в почву, могут серьезно нарушать экологическое равновесие из-за высокой потребности в кислороде и интенсивного выделения аммиака. Еще одной проблемой современного человечества является истощение плодородия почв, необходимых для произрастания культурных растений. Естественное восстановление плодородия почв – процесс очень медленный и может продолжаться сотни лет.

Одним из путей решения обозначенных проблем является технология получения и использования биогумуса (вермикомпостирование).

Биогумус - продукт переработки дождевыми червями органического сырья - уникальное высокоэффективное экологически чистое органическое удобрение. За счет повышенного содержания в своем составе энзимов, аминокислот, гуминовых кислот, микро- и макроэлементов, сообществ микроорганизмов он способен быстро восстанавливать плодородие почв, существенно улучшать рост и развитие растений. Для получения биогумуса специально выведены гибриды калифорнийского красного червя.

Технология получения биогумуса внедрена не только в промышленных масштабах, но и с успехом может применяться в личных хозяйствах с целью утилизации органических отходов, улучшения почвы и получения экологически чистых продуктов питания.

Цель работы: создание условий для получения биогумуса в лабораторных условиях с помощью калифорнийских красных червей.

Задачи исследования:

- теоретическое изучение состава и свойств биогумуса, промышленной технологии получения биогумуса;
- адаптация промышленной технологии получения биогумуса к лабораторным условиям;
- получение биогумуса в лабораторных условиях на растительных пищевых отходах;
- исследование влияния, полученного биогумуса на прорастание семян.

Объект исследования: технология получения биогумуса

Предмет исследования: лабораторные условия получения биогумуса с помощью калифорнийского красного червя

Методы исследования: теоретические – анализ, сравнение, обобщение, формулирование выводов; практические – наблюдение, измерение, эксперимент, конструирование, макрофотосъемка.

Глава 1. Получение биогумуса с использованием калифорнийского красного червя

1.1. Биогумус: его состав, свойства и способы применения

Биогумус (вермикомпост, от лат. «верми» - черви) - это экологически чистое органическое удобрение, образующееся в результате переработки органики специально выведенными для этих целей дождевыми червями.

Исследованию состава биогумуса и его свойств посвящены научные работы Вирясова Г.П., Дондовой Д.Б., Игонина А.М., Кодоловой О.П., Мухитовой М.Э. и др.

В состав биогумуса входят, необходимые для растений, аминокислоты, энзимы, микроэлементы, ферменты, почвенные антибиотики, витамины, гормоны роста, гуминовые вещества, полезная микрофлора. В следствие чего он обладает высокими агрохимическими и ростостимулирующими свойствами.

Согласно научным исследованиям, биогумус имеет ряд преимуществ по отношению к другим органическим удобрениям. Так, в биогумусе по сравнению с другими органическими удобрениями больше: *калия* – в 10 раз, *фосфора* – в 7 раз, *кальция* – в 3 раза, *магния* – в 1,5 раза. Поэтому, биогумус считается концентрированным органическим удобрением.

Гуматы кальция, содержащиеся в биогумусе способствует образованию мелкозернистой структуры почвы, что создаёт водопоглотительный эффект вокруг ствола растения и позволяет удерживать до 70% почвенной влаги. Это значительно снижает поверхностное испарение и обеспечивает длительное, равномерное усвоение корневой системой растения сбалансированного питания.

Биогумус существенно влияет на кислотность почвы и может выравнивать её pH до нейтрального. *Гуминовые кислоты* создают естественную буферную систему, которая поддерживает кислотность почвы в течение многих лет, а также не позволяет истощаться плодородному слою.

Кроме того, биогумус содержит в себе уникальное сообщество полезных для почвы и растений *микроорганизмов*, которые при попадании в почву заселяют ее, выделяют фитогормоны, антибиотики, фунгицидные и бактерицидные соединения, что приводит к вытеснению патогенной микрофлоры. Это устраняет многие широко распространенные болезни растений и оздоравливает почву. *Полезная микрофлора* биогумуса продуцирует на поверхность корней биологически активные вещества, что повышает устойчивость растений к болезням и вредителям.

Биогумус способствует восстановлению естественного плодородия почвы, накопления в ней гумуса, придает ей рыхлость и воздушность.

Скорость позитивного воздействия на растения биогумуса выше по сравнению с навозом, а расход в 10 – 20 раз меньше.

Биогумус не содержит абсолютно никаких химических и синтетических добавок, патогенной микрофлоры, яиц гельминтов, семян сорняков и тяжелых металлов (свинца и кадмия), обладает нейтральным запахом. Все питательные вещества находятся в нем в сбалансированном сочетании и в виде легкодоступных для растения соединений.

Немаловажно, что *капролиты* (продукты жизнедеятельности червей) склеивают грунт с помощью слизи в маленькие комочки, что позволяет питательным веществам пролонгировано воздействовать на растение.

Существует несколько способов применения биогумуса как: – *стимулятора* прорастания семян; *составляющей* питательного грунта для рассады овощных и цветочных культур; *адаптогена* при высадке рассады в грунт, и при высадке/пересадке саженцев плодовых и ягодных растений; *подкормки* растений и *оздоровителя* почвы.

Биогумус идеален для большинства растений и культур, которым подходит нейтральная кислотность. Однако, не все растения отзывчивы на внесение биогумуса. Исключения составляют - подсолнечник, горчица, рапс, горох, соя и др.

Биогумус получают в двух формах:

- *сухой или ферментированной* – это основной продукт выработки - сыпучий, рыхлый, жирный, по цвету – черно-коричневый;
- *жидкий* – это вытяжка из сухого биогумуса, по цвету также черно-коричневая.

Эти формы не имеют существенной разницы по полезным для растений компонентам, но отличаются по воздействию на структуру почвы. Сухой биогумус повышает рыхлость почвы, делая ее воздухо- и влаго- проницаемой, а жидкий биогумус на структуру почвы не оказывает никакого влияния. Учеными разработаны нормы внесения сухого биогумуса под различные культуры (Приложение 1).

Субстратом для получения биогумуса могут быть различные органические отходы. В практике сельского хозяйства субстратом является навоз. Согласно научным исследованиям, наиболее ценный биогумус был получен из овечьего субстрата. В нем содержалось самое высокое количество биофильных элементов: гумуса, азота, фосфора и калия. Далее в порядке убывания следуют биогумусы из свиного, кроличьего навоза и из навоза крупного рогатого скота.

В условиях личного хозяйства и домашних условиях субстратом для получения биогумуса могут быть растительные остатки, отходы чая и кофе, смешанные отходы. Однако, по наблюдению исследователей, субстрат из смешанных пищевых отходов подвержен развитию плесневых грибов, а также могут источать неприятные запахи.

1.2. Биологические особенности красного калифорнийского червя в технологии промышленного получения биогумуса

В настоящее время для получения биогумуса используют Калифорнийского красного червя, который был выведен американскими учеными, в 1959 г. в университете штата Калифорния, в результате гибридизации различных пород дождевого червя. При выведении гибрида селекционеры генетически запрограммировали его на круглосуточную переработку отходов с высоким коэффициентом полезного действия - 40 % потребляемой пищи расходуется в процессе жизнедеятельности, а 60 % после переваривания выделяется в виде экскрементов - копролитов, т. е. биогумуса.

Генетическими особенностями калифорнийского красного червя являются:

- Способность эффективно перерабатывать все виды органики.
- Очень высокая плодовитость, превосходящая плодовитость обычных червей более, чем в 100 раз. Половая зрелость наступает в трехмесячном возрасте и при оптимальных условиях одна особь может принести приплод в среднем 1500 особей за год.
- Долгожительство (продолжительность жизни - почти 16 лет, а дикие формы - 4 года) (живет в 4 раза дольше по сравнению с обычными дождевыми червями)
- Хорошо поддается выращиванию в искусственных условиях
- При наличии пищи не расползается и потребляет в день ее примерно столько же, сколько весит сам.

Красный червь темно-красного цвета. Взрослая особь достигает в длину 8 - 10 см, в диаметре 3-5 мм, массой 0,8 - 1 г. Температура тела - 19-20 °С. За день потребляет количество корма, который приблизительно равняется его массе (около 1 г), после переваривания которого выделяется 0,8-0,9 г копролитов. Самые крупные частицы, которые может проглотить червь, имеют размеры до 1 мм.

Этот червь гермафродит с перекрестным оплодотворением. Оплодотворенные яйцеклетки отделяются от тела червей и укладываются в белковое кольцо, или кокон, который имеет сначала желтый, а затем коричневый цвет. В результате спаривания двух особей образуются два кокона по одному на каждую особь. В каждой капсуле содержится от 2 до 20 червей. Кокон содержит жидкость, которой питается молодняк до момента проклеивания. Молодняк имеет белый цвет.

Оптимальной для жизни является температура 20 - 22 °С, критической - ниже 0°С и выше 42 °С. При температуре +7 °С черви впадают в состояние анабиоза. Оптимальная влажность - 75-88 %, а критическая - ниже 60 % и выше 90 %.

Практика показала, что культивируемые черви не подвержены заболеваниям и могут погибать только при нарушении технологии их разведения. Чаще всего гибель червей вызывает

отравление протеином при незаконченной ферментации субстрата. В результате чего, черви выделяют вредные газы, которые являются смертельными для других червей.

Биотехнологический процесс получения биогумуса основывается на способности червей использовать органические остатки, трансформировать их в кишечном тракте и выделять в виде копролитов.

Способы выращивания калифорнийских красных червей

Получение биогумуса *на открытых земельных участках* осуществляют в специально оборудованных грядах, называемых *ложем*. Лож устраивают на участках с определенным наклоном для обеспечения нормального стока воды во время дождей и предотвращения образования луж. Дождевые черви очень боятся ветра, поэтому для размещения лож выбирают защищенные от него места. *В закрытых помещениях ложе* размещают ярусами. Исследователями доказано, что в закрытых помещениях 1 м² площади дает вдвое больше биомассы червей и биогумуса, чем под открытым небом.

Подготовка субстрата для калифорнийских красных червей

Кормом для червей являются разные органические отходы *с высоким содержанием целлюлозы, которые прошли процесс ферментации*. Основной рацион для червей - навозная биомасса, к которой добавляют определенное количество других органических отходов.

Условия содержания калифорнийских красных червей в ложах

После формирования и заселения лож необходимо регулярно контролировать физико-химические показатели (температуру, влажность, кислотность) корма и следить за состоянием популяции червей. Новую порцию корма после заселения рекомендуется вносить только через 25-35 дней. После этого червей подкармливают регулярно и только после переработки предыдущего корма. Новый корм вносится слоем толщиной 5-7 см только на 70-80 % площади, а остальная площадь ложи остается свободной. Если новый корм не отвечает требованиям, черви сползаются на этот свободный участок.

Оценка состояния популяции калифорнийских красных червей

Состояние популяции червей оценивается по показателям роста и развития путем ежемесячного подсчета их численности и определения возрастного состава, биомассы. Однако увеличение массы червей не является однозначным показателем. При скармливании питательного корма можно получить значительный прирост массы червей, но коконы они не будут откладывать. На размножение червей влияет плотность популяции. При ее увеличении повышается возбудимость червей, и стресс от перенаселения негативно влияет на размножение. На интенсивность размножения червей значительное влияние оказывает также корм: его доступность, качество, калорийность, привлекательность, разнообразие.

Глава 2. Практическое получение биогумуса

2.1. Получение биогумуса в лабораторных условиях на растительных пищевых отходах

Биогумус можно получать не только в промышленном масштабе, но и в дома, на дачном участке. В исследовательской работе мы адаптировали промышленную технологию к закрытым лабораторным условиям.

Экспериментальная часть включала следующие этапы (*Приложение 2*):

1. Подготовка контейнера

В условиях эксперимента нами была использована закрытая технология.

В качестве емкостей, заменивших промышленное ложе, мы использовали два пластиковых контейнера – внешний и внутренний, которые вставлялись один в другой. Внешний контейнер – с глухим дном, а внутренний – с отверстиями на дне. Отверстия необходимы: для достаточной аэрации и для стока жидкой части, которая может образовываться в процессе получения биогумуса. Внутренний контейнер закрывали крышкой. Крышка предотвращала быстрое высыхание грунта, а также препятствовала чрезмерному попаданию спор микроорганизмов на разлагающийся субстрат и предохраняла его от быстрого загнивания.

2. Подготовка первичного субстрата

В качестве первичного субстрата нами использовалась садовая земля. Ее мы выкладывали слоем 5 см. на дно внутреннего контейнера, предварительно сбрызнув из пульверизатора водой. Влажность грунта необходимо поддерживать на уровне 70 – 80%. Этот показатель мы определяли органолептически. Достаточно сжать увлажненный грунт в кулаке. На ощупь он должен быть влажным, но при этом, капельки воды не должны выступать. На протяжении эксперимента нами поддерживались оптимальные для жизни червя условия – температура воздуха на уровне 21 – 23 °С и влажность грунта на уровне 70 - 80%. Контейнер мы размещали под столом, вне доступа прямых солнечных лучей. Черви предпочитают нейтральный по кислотности субстрат, поэтому на протяжении эксперимента мы добавляли в него с каждой подкормкой 5 гр. толченого мела.

Оптимальными для разведения червя показателями являются: рыхлый, хорошо аэрируемый субстрат, с показателем влажности 70 – 80 % и pH =7, температура воздуха 21 – 23 °С, отсутствие прямых солнечных лучей.

3. Заселение контейнера калифорнийскими красными червями

На поверхность грунта мы выпустили семейку калифорнийских красных червей, которые сразу же устремились вглубь почвы. Количество особей – 21 шт., биомасса – 25 гр.

4. Кормление червя

На следующий день мы разложили на поверхность почвы корм - банановые шкурки.

В процессе эксперимента мы использовали 4 вида корма - очистки сырых фруктов и овощей – банановые шкурки, кусочки яблок, кабачка, огурцов.

Корм вносили в измельченном (перемолотом) виде и в виде небольших кусочков в объеме – 200 – 250 гр. По результатам эксперимента мы отмечаем, что перемолотый корм быстро закисал и съедался червями неохотно.

Периодичность кормления, установленная в ходе эксперимента, оставила - 7 – 9 дней. Новую партию корма мы подкладывали по мере того, как предыдущая была съедена. По мере расходования корма субстрат становился рыхлым. Очевидно, что черви активно перемещаются в контейнере в поисках пропитания и рыхлят почву.

На основе наблюдений мы также сделали вывод о пищевых предпочтениях калифорнийских красных червей. Наиболее предпочитаемыми для них были кусочки кабачка. Мы объясняем это тем, что по сравнению с другими видами предлагаемого нами корма, кабачок одновременно содержит в своем составе большое количество растительных волокон и воды.

В ходе эксперимента мы не использовали едкие (чеснок, лук) и кислые (цитрусовые) корма, а также корм с большим содержанием белка (мясо).

Корм мы дополнительно прикрывали кусочком влажного картона, тем самым предохраняя его от пересыхания. Также картон служил нам индикатором достаточности количества, вносимой пищи. В случае нехватки корма, черви могли съесть картон. Однако, этого не происходило.

В процессе кормления и дополнительного рыхления грунта мы наблюдали, что черви обитают в контейнере двумя семейками и концентрируются в тех местах, где находится корм. По нашему мнению, появление двух семеек в контейнере способствовало снижению пищевой конкуренции и спариванию червей.

Таким образом, в качестве питания калифорнийские красные черви предпочитают корм, который одновременно содержит в своем составе большое количество клетчатки и воды. Вес вносимого корма определяется исходя из приблизительного количества червей и с учетом того, что 1 червь съедает в сутки 1 гр. корма. Периодичность внесения корма определяется по его расходованию.

Обновление популяции

Значимым для исследования показателем благополучия содержания популяции червей являлась их способность к размножению. Первичное заселение субстрата мы осуществили в январе 2022 г., а первые коконы заметили через 3 месяца, в конце марта 2022 г. В этот же период в грунте появилось значительное количество молоди розового цвета размером от 1,5 до 3 см. В то время как взрослых особей почти не осталось.

В ходе исследования, в конце февраля мы обратили внимание на то, что взрослые черви стали вялыми и утратили ярко-красную окраску. На их поверхности мы обнаружили клещей.

Мы полагаем, что обновление популяции связано с поражением внешними паразитами, а также со сменой условий обитания и корма, до эксперимента обитавших в коровьем навозе.

Исследование влияния биогумуса на прорастание семян

В конце мая, через пять месяцев после заселения, толщина субстрата в контейнере составила 13 см, что подтверждало наличие биогумуса. На заключительном этапе эксперимента мы исследовали влияние полученного нами биогумуса на прорастание семян салата.

Контрольную емкость заполнили обычным садовым грунтом, в экспериментальную добавили 25% биогумуса. Результаты опыта показали, высокую скорость прорастания семян в экспериментальной емкости. Кроме того, проростки отличались хорошо развитыми побегами. Это доказывает, позитивное влияние биогумуса на рост и развитие растений.

Заключение

Получение и использование биогумуса одновременно решает три важные проблемы современной цивилизации: получение ценных удобрений, утилизации органических и восстановления плодородия почв.

Для получения биогумуса используют гибриды красного калифорнийского червя, в которых генетически заложена высокая скорость переработки разнообразных органических отходов в искусственных средах, высокая плодовитость, долгожительство.

В ходе исследовательской работы технология промышленного получения биогумуса адаптирована для лабораторного получения, определены наиболее значимые условия его получения, исследовано влияние полученного биогумуса на прорастание семян.

Эффективность применения биогумуса в качестве уникального экологически чистого органического удобрения предопределена его составом, в котором в повышенной концентрации содержатся энзимы, аминокислоты, гуминовые кислоты, витамины, микро- и макроэлементы, а также сообщество полезных микроорганизмов.

В лабораторных условиях красные калифорнийские черви разводятся в специальных конструкциях аналогах промышленных ложе – вермикомпостниках.

В ходе исследования установлено, что наиболее значимыми условиями для их содержания и размножения являются:

- характеристики субстрата – влажность 70 – 80%, рН=7, температура 21 – 23 °С, аэрация
- разновидности корма – предпочтительным является корм, одновременно содержащий высокое количество клетчатки и влаги.

Перечисленные условия оказывают существенное влияние на размножение червей.

Результаты исследования свидетельствуют, что обновление популяции (гибель старых особей и появление молодежи) могут происходить вследствие стрессовых факторов – смена корма и условий содержания, а также поражение внешними паразитами.

Биогумус, полученный в ходе эксперимента, показал эффективность при его использовании для прорастания семян салата, ускорив появление всходов и развитие вегетативной массы проростков.

Учитывая, что в общем объеме твердых бытовых отходов на долю органических приходится около 45%, актуально знание и применение данной технология в домашних условиях. Полученный биогумус может использоваться в комнатном цветоводстве, на приусадебных участках, предопределяя вклад каждого в решение экологических проблем.

Список использованной литературы

Азимов Д.А. Биогумус поможет оздоровить почву, повысить урожай // М., Земледелие. 1991. - №7. - С.22-24.

Акимушкин И. Мир животных: Беспозвоночные. Ископаемые животные. М.: Мысль, 1992. – 382 с.

Атлавините О.П. Влияние дождевых червей на агроценозы. Вильнюс, 1990. - 177с.

Генкин Л. Биоконверсия идёт//Химия и жизнь. М.,1991 - № 4. – С.12 – 16.

Дондокова Д.Б. Влияние экологических условий на культивирование дождевого червя *Eisenia foetida* при получении и применении вермикомпоста. Улан-Удэ, 2006.

Мухитова М.Э., Маркова Ю.А. Оценка репродуктивных параметров вермикультуры // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 26. – С. 1061–1065.

Надв М. Черви - козыри //Химия и жизнь. М.,1990 - № 12. – С. 24 – 27.

Пусть поработает червяк. СПб.: Фарт, 1995.

Терещенко П.В. Питомник для червей (О разведении дождевых червей) // Химия и жизнь. М., 2000 - №7. - С. 42-45.

Нормы внесения сухого биогумуса под различные культуры

<i>Вид работ</i>	<i>Норма применения</i>
Подготовка почвогрунта для рассады овощных, зеленых и др. культур	10-25% в общем объеме грунта
Высадка рассады овощных культур, высадка корнеплодов	100-200 гр. на лунку
Высадка саженцев плодовых и ягодных культур	около 2 кг на саженец
Подкормка цветочных, овощных и других зеленых культур в период вегетации	500 гр. сухого биогумуса на 1м ²
Подкормка ягодных кустарников	около 1,5кг сухого биогумуса на растение
Подготовка почвогрунта для комнатных цветов	10-20% сухого биогумуса от объёма кашпо
Оздоровливание тепличного грунта	около 20% в общем объеме грунта
Подготовка почвогрунта для рассады овощных, зеленых и др. культур	10-25% в общем объеме грунта

Подготовка и заселение контейнеров для получения биогумуса



Выход семейки червей на поверхность в поисках корма



Увеличение биомассы червей



январь, 2022



март, 2002

Структура полученного биогумуса



Появление коконов



Влияние биогумуса на прорастание семян салата

(экспериментальная посадка – слева; контрольная посадка - справа)

1- ый день – день посадки



3-ий день - появление всходов в экспериментальной посадке



5 – ый день



6 - ой день - появление всходов в контрольной посадке



8 – ой день: развитие проростков

