

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
Некоммерческое акционерное общество  
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ  
ИМЕНИ ГУМАРБЕКА ДАУКЕЕВА»  
Институт Теплоэнергетики и теплотехники  
Кафедра «Инженерная экология и безопасность труда»

**«Допущен к защите»**  
Зав. кафедрой ИЭБТ, к.т.н., доцент,  
Абикенова А.А.

\_\_\_\_\_ «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(подпись)

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

**На тему:** Исследование возможности переработки отходов мусоросортировочного завода

**Специальность:** 6M073100 - Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды

**Выполнила:** Мұхтар А.А. Группа МБЖДн-18-1

**Научный руководитель:** Абикенова А.А. – к.т.н., доцент каф.ИЭБТ

\_\_\_\_\_ «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(подпись)

**Нормоконтролер:** Мананбаева С.Е. – ст. преподаватель каф.ИЭБТ

\_\_\_\_\_ «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(подпись)

**Рецензент:** Демеуова А.А. – начальник отдела экологии ТОО “Smart Engineering”

\_\_\_\_\_ «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(подпись)

Алматы 2020 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
Некоммерческое акционерное общество  
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Институт: Теплоэнергетики и теплотехники

Кафедра: Инженерная экология и безопасность труда

Специальность: 6М073100 – «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды»

### **ЗАДАНИЕ**

на выполнение магистерской диссертации

Магистрантке: Мұхтар Аиде Асхатқызы

Тема диссертации: «Исследование возможности переработки отходов мусоросортировочного завода»

утверждена Ученым советом №122 от «25» октября 2018 г.

Срок сдачи магистерской диссертации «3» июня 2020 г.

Цель исследования: оценка рентабельности использования биогумуса в качестве биоудобрения для повышения урожайности и качества сельскохозяйственных культур.

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов или краткое содержание магистерской диссертации:

- анализ существующих методов утилизации отходов;
- аналитический обзор современного состояния утилизации ТБО и влияние на окружающую среду;
- характеристика района исследования и оценка степени загрязненности среды;
- вермикомпостирование и управление органическими отходами.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Доля образованных и переработанных ТБО в разрезе регионов Казахстана за 2018 г;
2. Теоретическая эволюция температуры при компостировании в умеренной среде;
3. Диаграмма роста червей;
4. Диаграмма содержания гумуса.

Основная рекомендуемая литература:

1. С.Л. Максимова. Методические рекомендации по технологии переработки органических отходов при помощи дождевых навозных червей и применению вермикомпоста, Минск, 2016
2. Технология вермикультуры: вариант для органической переработки
3. А.С. Новоселов, Утилизация и переработка твёрдых бытовых отходов: учебное пособие

**Г Р А Ф И К**  
подготовки магистерской диссертации

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
1	Рассмотрение состояния и переработки отходов	09.12.2018	<i>выполнен</i>
2	Исследование	25.04.2019	<i>выполнен</i>
3	Оценка степени загрязненности района	28.10.2019	<i>выполнен</i>
4	Производство биогумуса	12.12.2019	<i>выполнен</i>
5	Экспериментальная часть	19.02.2020	<i>выполнен</i>

Дата выдачи задания «16» сентября 2018 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Абикенова А.А.  
(подпись)

Руководитель \_\_\_\_\_ Абикенова А.А.  
(подпись)

Задание приняла к исполнению \_\_\_\_\_ Мұхтар А.А.  
(подпись студента)

## **Аннотация**

В данной диссертационной работе сделан аналитический обзор современного состояния утилизации ТБО и влияние его на окружающую среду. Произведен мониторинг состояния окружающей среды, расчёт годовой нормы накопления твёрдых бытовых отходов в городе Алматы, а также способ переработки ТБО с помощью использования червей, и в последствии получения безотходной технологии, позволяющей получать экологически чистое удобрение – биогумус.

## **Аңдатпа**

Осы диссертациялық жұмыста ҚТҚ кәдеге жаратудың қазіргі жай-күйіне және оның қоршаған ортаға әсеріне талдау жасалды. Қоршаған ортаның жай - күйіне мониторинг жүргізілді, Алматы қаласында қатты тұрмыстық қалдықтардың жинақталуының жылдық нормасының есебі, сондай-ақ құрттарды пайдалану арқылы ҚТҚ қайта өңдеу тәсілі және кейіннен экологиялық таза тыңайтқыш-биогумус алуға мүмкіндік беретін қалдықсыз технология алынды.

## **Annotation**

This dissertation paper provides an analytical review of the current state of MSW utilization and its impact on the environment. Monitoring of the state of the environment, calculation of the annual rate of solid waste accumulation in Almaty, as well as a method for processing MSW using worms, and subsequently obtaining a waste-free technology that allows you to obtain an environmentally friendly fertilizer-biohumus.

## Содержание

Введение.....	6
1. Аналитический обзор современного состояния утилизации ТБО и влияние на окружающую среду.....	8
1.1 Мониторинг состояния окружающей среды. Основные определения и понятия.....	8
1.2 Анализ существующих методов утилизации отходов.....	9
2. Характеристика района исследования и оценка степени загрязненности среды.....	12
2.1 Физико-географическое положение и краткая климатическая характеристика г. Алматы.....	12
2.2 Виды утилизации на территории г. Алматы.....	15
2.3 Расчёт годовой нормы накопления ТБО в населённом пункте...	24
3. Переработка отходов. Производство биогумуса.....	25
3.1 Вермикомпостирование и управление органическими отходами.....	29
3.2 Производство биогумуса.....	31
3.3 Процесс компостирования в мире.....	39
4. Экспериментальная часть и результаты исследования.....	44
4.1 Описание прибора. Характеристика спектрофотометра DR 2800.....	44
4.2 Погрешность данного прибора.....	45
4.3 Описание проведенного исследования.....	49
4.4 Результаты исследования.....	52
Заключение.....	57
Список литературы.....	59
Перечень условных обозначений и сокращений.....	60
Приложение А.....	61

## Введение

Как правило, технология переработки твердых бытовых отходов получила хорошее развитие в развитых городах. Большинство средних и малых городов в развивающихся странах также имеют свои собственные системы управления и объекты. Твердые отходы, производимые людьми, поднимаются на вторую по значимости экологическую проблему после загрязнения воды во всем мире, особенно в развивающихся странах. В сельских районах развивающихся стран сложилась довольно тяжелая ситуация из-за нехватки финансовых, технических и информационных ресурсов. Управление твердыми отходами (ТБО) в развивающихся странах – это огромная миссия, обусловленная такими факторами, как бедность, население, урбанизация и государственное финансирование. Таким образом, экономичный, эффективный и удобный метод обращения с твердыми отходами находится под острой необходимостью для развивающихся стран. В силу бытового уровня жизни и экономического уровня в сельских бытовых отходах содержится больше органических компонентов, чем в отходах из городов. С другой стороны, большая часть коровьего навоза производится в сельской местности и обычно используется без необходимой обработки или даже свободно утилизируется, что может вызвать серьезные негативные последствия для окружающей среды, гигиены и человеческого организма. Следовательно, для борьбы с бытовыми органическими отходами и навозом необходимо внедрить более дешевый и простой в обращении метод обработки сельских органических отходов. В данном исследовании предполагается, что биогумус является рациональным экологическим способом решения этой проблемы.

В настоящее время во всем мире широко используются несколько методов по утилизации ТБО, включая развивающиеся страны, среди которых захоронение отходов, сжигание отходов и компостирование являются общими и привычными решениями. Однако в отношении таких объективных ситуаций, как финансовый дефицит и технологическая отсталость, у всех трех решений есть свои проблемы.

Захоронение отходов является традиционным и экономичным способом обращения с отходами в развивающихся странах. Несколько способов захоронения отходов включают в себя открытый свалочный полигон, санитарный полигон и охраняемый полигон. Однако технология захоронения отходов может привести к большому количеству экологических последствий. Например, традиционные мусороперерабатывающие заводы с открытой свалкой обычно сжигают отходы, которые могут привести к загрязнению воздуха, в то время как мыши и крысы, мухи и комары, живущие вокруг очистных сооружений, могут принести вирус людям. Выщелачивание свалочных газов является основной проблемой санитарных объектов полигонов. Кроме того, полигоны по-прежнему являются пустой тратой ресурсов и не являются устойчивыми для землепользования.

**Актуальность работы** обусловлена тем, что в настоящее время одной из основных проблем экологии является переработка и утилизация отходов. Игнорирование своевременной утилизации отходов или вовсе отказ от своих обязательств, оказывают отрицательное влияние на формирование гумусированной почвы, а также пагубное влияние на окружающую среду.

**Целью исследования** является оценка перспективности использования продукта биотехнологической переработки отходов - биогумуса в качестве биоудобрения для повышения урожайности и качества сельскохозяйственных культур.

**Задачами диссертации** являлись исследования, проводимые для выявления факторов, влияющих на рост и размножение местных и калифорнийских червей.

**Научная новизна** заключается в зависимости сопоставления местных и калифорнийских червей по выработке количества биогумуса в одних и тех же условиях размножения.

В качестве **объектов исследований** были взяты красный калифорнийский и дождевой червь, биогумус на основе птичьего помета, корнеплоды моркови, картофель и овес.

Валоризация пищевых органических отходов является одним из важных направлений современных исследований. Обычные полигоны, сжигание, компостирование и способы обработки твердых отходов широко распространены в качестве зрелых технологий для удаления отходов. Традиционно наиболее часто используемыми технологиями обработки и валоризации органической фракции ТБО являются компостирование и анаэробное сбраживание (АС). Производство органических твердых отходов (ТБО) во всем мире резко возрастает с каждым годом. Большая часть ТБО состоит из сельскохозяйственных отходов, бытовых пищевых отходов, отходов человека и животных и т.д. Они обычно обрабатываются в качестве корма для животных, сжигаются или выбрасываются на свалки.

Проблема обращения с твердыми отходами является самой большой проблемой для властей как малых, так и крупных городов развивающихся стран. В основном это связано с увеличением образования таких твердых отходов и бременем, которое ложится на муниципальный бюджет. Помимо высоких затрат, с управлением твердыми отходами связано непонимание различных факторов, влияющих на всю систему обращения с ними. Анализ литературы и сообщений, касающихся обращения с отходами в развивающихся странах, показал, что лишь немногие статьи содержат количественную информацию. Рост численности населения, стремительная урбанизация, бурный экономический рост и повышение уровня жизни в развивающихся странах значительно ускорили темпы, объем и качество образования твердых бытовых отходов.

# **1 Аналитический обзор современного состояния утилизации ТБО и влияние на окружающую среду**

## **1.1 Мониторинг состояния окружающей среды. Основные определения и понятия**

На планете развивается все более углубленное рассмотрение экологического сознания, а вместе с ним появилась и новая форма оценки – экологический мониторинг. Это своего рода модное слово в сфере устойчивого развития, которое используется для описания различных процессов, испытаний и исследований, проводимых с целью мониторинга состояния окружающей среды, ее естественных изменений и влияния, которое любая человеческая деятельность может оказать на ее качество. Но что именно включает в себя экологический мониторинг и где он применяется?

Какова цель экологического мониторинга?

По своей сути экологический мониторинг призван помочь нам понять природную среду и защитить ее от любых негативных последствий человеческой деятельности. Этот процесс является неотъемлемой частью оценки воздействия на окружающую среду, и результаты могут непосредственно определять, являются ли проекты полностью ясными. Оценки экологического мониторинга могут включать установление базового качества, выявление экологических тенденций, выявление любых отклонений, определение успешности проектов и подтверждение того, были ли достигнуты экологические цели. [1]

Экологический мониторинг также проводится в критических условиях, таких как чистые помещения. В этом разделе, далее рассматривается такой вопрос способности оборудования для мониторинга окружающей среды для снижения вероятности загрязнения. В некоторых случаях требуются измерения окружающей среды, но расположение предотвращает затруднение подачи питания и сигнальных проводов к датчикам и от них. В этих условиях требуется беспроводное соединение. Для получения дополнительной информации по этой теме читайте: эволюция мониторинга окружающей среды и добавленная стоимость беспроводной передачи данных.

На что смотрят специалисты по экологическому мониторингу?

В целом специалисты по экологическому мониторингу сосредоточены на четырех основных направлениях: воздухе, почве, воде и биоте.

Мониторинг качества воздуха

Загрязнение воздуха вызывает все большую озабоченность как в развитых, так и в неразвитых странах по всему миру. Настолько, что ЕС даже ввел стандарты загрязнения воздуха, которые он ожидает от всех своих государств-членов. Загрязненный воздух не только влияет на здоровье планеты, но и имеет пагубные последствия для благополучия населения. Поскольку концентрация загрязнения воздуха сильно зависит от ветра, данные анемометра почти всегда учитываются при проведении экологического мониторинга качества воздуха. Топография также рассматривается как



природные ландшафтные особенности, такие как долины и горные хребты, которые могут препятствовать процессу бокового атмосферного смешения. В сочетании с вызванной инверсией атмосферным перемешиванием это может привести к аномально высоким уровням загрязнения воздуха.

#### Мониторинг качества почвы

Сельское хозяйство является неотъемлемой частью мирового производства продовольствия, в то время как восстановление лесов и джунглей играет центральную роль в поддержании чистоты воздуха и отсутствии выбросов CO<sub>2</sub>. Таким образом, большое количество проектов по мониторингу окружающей среды высвечивает в центре внимания качество почв. Это включает в себя изучение таких факторов, как эрозия, загрязнение почвы и уровень соли.

#### Мониторинг качества воды

Сбор и анализ информации о качестве воды является важной частью обеспечения того, чтобы озера, реки, океаны, эстуарии и другие водные объекты были безопасными и санитарными. Химическое состояние имеет ключевое значение, и специалисты сосредотачиваются на присутствии кислорода, питательных веществ, масел, пестицидов и металлов. Физические условия, такие как поток, температура, осадки и эрозия, принимаются во внимание, в то время как биологические измерения растительной и животной жизни также используются для определения качества.

По мере того как мир продолжает развиваться и расширяться, экологический мониторинг стал важной частью обеспечения того, чтобы планета оставалась безопасной, здоровой и динамичной.

### **1.2 Анализ существующих методов утилизации отходов**

Мусор, возникающий в результате деятельности человека или животных, который считается ненужным и бесполезным, называется твердыми отходами. Как правило, он генерируется в результате промышленной, жилой и коммерческой деятельности в данном районе и может обрабатываться различными способами. Однако отходы можно классифицировать на основе таких материалов, как бумага, пластик, стекло, металл и органические отходы. Утилизация твердых отходов должна осуществляться систематически для обеспечения наилучшей экологической практики. Утилизация и управление твердыми отходами является критическим аспектом гигиены окружающей среды, и его необходимо включить в экологическое планирование. Управление отходами становится серьезной проблемой практически во всех странах. Чтобы иметь здоровую жизнь и чистую окружающую среду, управление отходами очень важно. Передача знаний по обращению с отходами является потребностью часа. Итак, что подразумевается под управлением отходами?

Управление отходами относится к процессу удаления отходов и включает в себя все процессы, начиная с сбора отходов, их транспортировки, обработки и утилизации. Ключевые факторы, такие как рост населения,

индустриализация, урбанизация и т. д. способствуют избыточному образованию отходов. Процент образовавшихся отходов высок по сравнению с процентом захоронения. Хотя управление отходами является глобальной проблемой, в наибольшей степени страдают развивающиеся страны.

*Методы обращения с отходами:*

Существуют различные виды производимых отходов, такие как промышленные отходы, сельскохозяйственные отходы, домашние отходы, отходы медицинских центров, органические отходы и токсичные отходы. Эти отходы также находятся в различных формах, таких как твердое вещество, жидкость и газ. Способ обращения с отходами различается в зависимости от типа отходов. [2]

В современных методах обращения с отходами важна не только очистка отходов, но и превращение их в полезные вещества.

Некоторые из распространенных методов очистки отходов указаны ниже:

а) Самый распространенный способ утилизации отходов - это *захоронение на полигоне*. Это один из старейших методов, и этот метод помогает устранить неприятный запах. Но многие страны в настоящее время пересматривают этот метод, поскольку обнаружено, что свалки способствуют глобальному потеплению.

б) *Переработка* является одним из лучших методов управления отходами. В этом процессе отходы перерабатываются и генерируются энергетические ресурсы, такие как топливо, электричество и т. Д.

в) *Компостирование* - это еще один процесс, когда отходы превращаются в полезные удобрения. Этот метод также называется процессом биологического разложения, при котором кухонные отходы и остатки растений и деревьев снова превращаются в навоз для растений. Благодаря этому процессу плодородие почвы улучшается.

г) Органические отходы разлагаются двумя способами: *газификацией и пиролизом*. В процессе газификации отходов, отходы подвергаются воздействию низкого количества кислорода и высокой температуры, а в методе пиролиза кислород не используется.

д) Не подлежащие переработке отходы также превращаются в топливо, тепло или электроэнергию.

Помимо всех вышеперечисленных методов, существует один простой метод, который может практиковать каждый для сокращения отходов. Да, лучший способ уменьшить количество отходов - создание меньшего количества отходов.

*Почему управление отходами важно?*

Управление отходами очень важно для сохранения здоровья живых существ, а также для создания сильной среды для будущего поколения.

Управление отходами помогает *снизить загрязнение*, а благодаря адаптации к эффективным методам управления отходами выбросы таких

газов, как углекислый газ и метан из отходов, могут быть в значительной степени снижены.

Управление отходами помогает в *профилактике инфекционных заболеваний*.

Утилизация отходов - это метод управления отходами, и он имеет много преимуществ. Когда продукты перерабатываются, нет необходимости производить новые продукты, которые экономят сырье. Потребление энергии также будет намного меньше.

Управление отходами - это большая отрасль, так как она содержит различные этапы и процедуры. Людские ресурсы требуются в большом количестве на каждом этапе. Таким образом, управление отходами как отрасль создает несколько рабочих мест. Люди с меньшим количеством образования и квалифицированной рабочей силы также могут быть использованы в большом количестве в этом секторе.

На обращении с отходами настаивают так много, потому что наша планета Земля уже начала сталкиваться с последствиями сброса тонн мусора. Правительства и местные гражданские органы должны разработать новые стратегии по сокращению отходов, а также повысить осведомленность людей о преимуществах использования экологически чистых продуктов.

Одним из существенных преимуществ управления отходами является то, что можно перерабатывать материал и использовать его по-разному. Это означает, что, когда отходы перерабатываются для более широкого использования, тот же самый мусор не нужно будет использовать новые ресурсы из окружающей среды, чтобы снова сделать тот же самый продукт.

Окружающая среда выигрывает от переработки отходов, потому что в специально отведенных местах выбрасывается меньше отходов. Это не причинит вреда людям, которые живут в прилегающих районах рядом с местом полигона.

Еще одна хорошая составляющая в переработке отходов заключается в том, что из нее может выйти бизнес-возможность. Люди могут перерабатывать материалы и продавать их для других целей. Этот процесс привлечет других людей, которые осознают необходимость сохранения окружающей среды и захотят помочь в поддержании ее чистоты.

Существуют различные способы заработать деньги на управлении отходами. Можно переработать органические отходы и превратить их в компост, который можно использовать в качестве органического удобрения. Некоторые компании делают свои органические удобрения из компоста, и поэтому можно продавать им компост, если производить его в огромных количествах. Если переработать компост, можно использовать его на своей ферме, чтобы обогатить свою почву питательными веществами.

## 2. Характеристика района исследования и оценка степени загрязненности среды

### 2.1 Физико-географическое положение и краткая климатическая характеристика г. Алматы

Город Алматы находится в центре Евразийского континента, на юго-востоке Республики Казахстан, на  $77^{\circ}$  восточной долготы и  $43^{\circ}$  северной широты, у подножья гор Заилийского Алатау — самого северного хребта Тянь-Шаня на высоте от 600 до 1650 метров над уровнем моря.

#### *Природно-климатические условия*

Природные условия Алматинской области включают пять климатических зон - от пустынь до вечных снегов. Климат здесь резко континентальный, средняя температура же января в равнинной части  $-15^{\circ}\text{C}$ , в предгорьях -  $6-8^{\circ}\text{C}$ ; июля -  $+16^{\circ}\text{C}$ , и  $+24+25^{\circ}\text{C}$  соответственно. Годовое количество осадков на равнинах - до 300 мм, в предгорьях и горах - от 500-700 до 1000 мм в год.

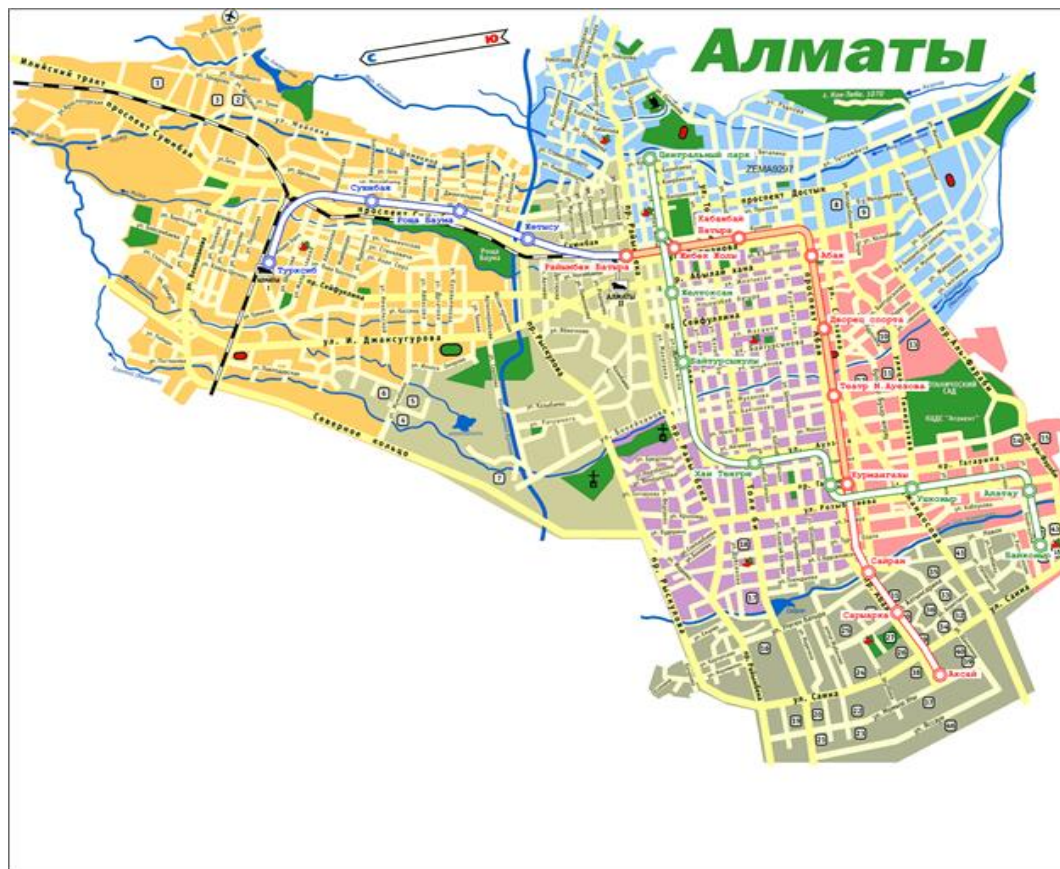


Рисунок 2.1- Карта города Алматы

Для северной, равнинной части свойственна резкая континентальность климата, до некоторой степени холодная зима (января  $-9^{\circ}\text{C}$ ,  $-10^{\circ}\text{C}$ ), знойное лето (июль около  $24^{\circ}\text{C}$ ). Осадков выпадает всего 110 мм в год. Алматинская область расположена между хребтами Северного Тянь-Шаня на юге, озеро

Балхаш — на северо-западе и река Или — на северо-востоке; на востоке граничит с КНР.

В предгорной полосе климат мягче, осадков до 500–600 мм. В горах ярко выражена вертикальная поясность; количество осадков достигает 700–1000 мм в год. Вегетационный период в предгорьях и на равнине 205–225 дней.

Всю северную половину занимает слабонаклонённая к северу равнина Южного Семиречья, или Прибалхашья (высота 300—500 м), пересечённая сухими руслами — баканасами, с массивами грядовых и сыпучих песков (таукум). Южная часть занята хребтами высотой до 5000 м: кетмень, Заилийский Алатау и северными отрогами Кунгей-Алатау. С севера хребты окаймлены предгорьями и неширокими предгорными равнинами. Вся южная часть — район высокой сейсмичности.

Почвенно-растительный покров очень разнообразен. В равнинной части — полупустынная и пустынная, полынно-солянковая растительность с зарослями саксаула; весной характерны эфемеры и эфемероиды на глинистых бурозёмах. Имеются солончаки. На заболоченном побережье Балхаша, в дельте и долине Или — заросли тростника, луговая и галофитная растительность, отчасти тугайные леса из ивы и кустарников на аллювиально-луговых почвах и солончаках.

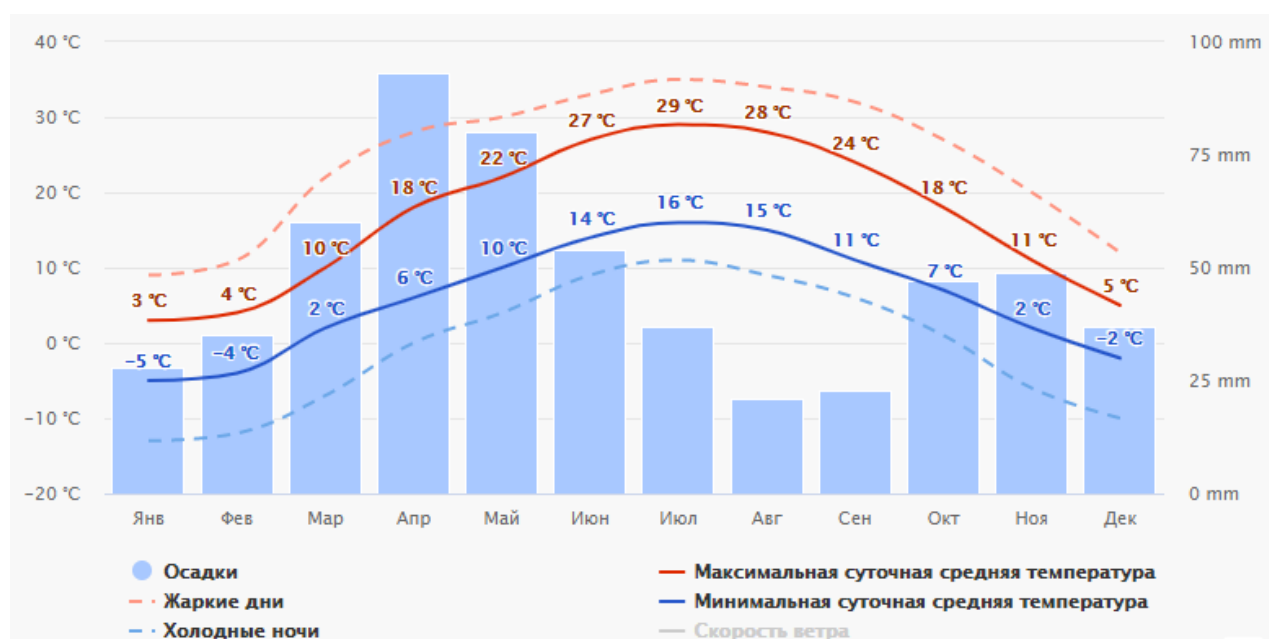


Рисунок 2.2- Средняя температура и осадки

Максимальная средняя суточная температура (плотная красная линия) указывает на максимальную среднюю температуру в течение отдельных дней месяца на Алматы. Аналогично этому "Минимальная средняя суточная температура" (плотная синяя линия) указывает на минимальную среднюю температуру. Жаркие дни и холодные ночи (пунктирная красная и синяя линии

указывают на среднюю температуру в самый жаркий день и самую холодную ночь каждого месяца в течение 30 лет.

В горах, с высотой 600 м полупустыня сменяется поясом сухих полынно-ковыльно-типчаковых степей на каштановых почвах; на высотах 800—1700 м луга на черноземовидных горных почвах и лиственные леса паркового типа; выше 2800 м — низкотравные альпийские луга и кустарники на горнотундровых почвах; с высотой 1500–1700 м – пояс субальпийских лугов в сочетании с хвойными лесами (Тянь-Шанская ель, пихта, арча) на горнолуговых почвах.

Север и северо-запад почти лишены поверхностного стока; единственная река здесь — Или, образующая сильно развитую заболоченную дельту и впадающая в западную часть озера Балхаш. В южной, предгорной части речная сеть сравнительно густа; большинство рек (Курты, Каскеленка, Талгар, Иссык, Тургенъ, Чилик, Чарын и др.) берёт начало в горах и обычно не доходит до реки Или; реки теряются в песках или разбираются на орошение. В горах много мелких пресных озёр (Большое Алматинское и др.) и минеральных источников (Алмаарасан и др.).

В пустынях много грызунов: песчанки, полёвки, заяц-толай; копытные: антилопа джейран, косуля; хищники: волк, лисица, барсук. В горах встречаются снежный барс, рысь. Из пресмыкающихся характерны змеи, черепахи, ящерицы, из беспозвоночных фаланги, паук-каракурт. В Заилийском Алатау создан Алматинский заповедник. В озере Балхаш и реке Или водятся сазан, маринка, окунь, шип, лещ и др.

#### *Полезные ископаемые*

Область Алматы обладает всей смесью природных ресурсов. Наиважнейший из них: цветные металлы – свинец, цинк, медь; редкий – вольфрам, олово, молибден, бериллий; дворянин – золото и деньги. Обнаруживаются большие месторождения коричневых энергетических углей.

Неплохо изучается регион Коксайский медно-молибденового месторождения.

Аспекты, наиболее распространенные минеральным сырьем на территории области - строительные материалы, относящиеся к аспекту, бегущему на естественные образования.

Большие месторождения: соли драгоценные камни, запасы, из которого делают: сульфат натрия - 6,1 миллионов тонн, каменная соль - 110,4 миллиона тонн; камня покрытия, среди которых преобладают граниты, габбро, известняки, мрамор, и фарфоровый камень.

Область наиболее перспективна согласно минеральной воде, обнаружена более 34 демонстраций минеральной воды различного химического состава и температуры. Известны два источника термальных вод, два бассейна, которые образованы могущественной толщиной мезозойской эры с водоносными совокупностями термальных вод (неогневой, меловой, юрский).

### *Ресурсы воды*

К внутренней части относится Балхаш - большое количество рек области. На востоке расположены различные и богатые растений и животный мир. Окрестности Алма-Аты государственного заповедника, на территории, которого организованы естественные заказники и природный заповедник. Несколько редких птиц и звери, здесь живущие, перечислены в Красной книге Казахстана. Среди их — снежная пантера, или ирбис в настоящее время, украшающий вооружение Алма-Аты.

Свыше 8000 га городской территории занимают сады и парки, скверы и бульвары. У подножья гор зерновые, бахчевые, табачные плантации и виноградники сменяются на фруктовые сады и ягодники. Именно здесь родина знаменитого алматинского апорта.

Горные реки и озёра являются основным источником для водоснабжения города. Город расположен на выносе древних и молодых отложений рек Большой и Малой Алматинки и их притоков.

В горных предместьях Алматы были построены: научная станция для изучения Солнца и космических лучей, астрофизические обсерватории на Каменском Плато и перевале Ассы, спортивные комплексы на ледовом стадионе Медео, горнолыжная станция Чимбулак, альпинистские и туристические лагеря, курорты, дома отдыха и кемпинги.

Талгар (5017 м), Комсомольский (теперь Нурсултан 4376 м) и Большой Алматинский (3684 м) – все эти пики преобладают в панораме живописных вершин, окружающих город с юга. Некоторые вершины, возвышающиеся над облаками, столь же высоки как европейский Монблан, Кавказский Казбек, и американский Таджумулько.

Солнечных дней в Алматы много: до 1596 часов в год. Также в году насчитывается до 151 дней без заморозков. Уровень температурного колебания воздуха варьируется на различных высотах: при подъеме на более чем 1400 метров выше уровня моря средняя ежегодная температура воздуха понижается на  $0.66^{\circ}$  каждые 100 метров. Эти и другие благоприятные климатические факторы обеспечивают уникальные возможности развития спорта и туризма в регионе.

Посреди горных склонов лиственные деревья и кустарники сменяют красивые Тянь-Шанские ели. Выше в предгорьях растут дикие яблоки, боярышник и абрикосы. Эти роскошные летние пастбища («джайлау») постепенно превращаются в горную тундру и, наконец, в царство вечных ледников.

## **2.2 Виды утилизации на территории г. Алматы**

Твердые бытовые отходы (ТБО) являются одним из важных вызовов для окружающей среды. Муниципалитеты, как правило, несут ответственность за управление отходами. Они должны обеспечить жителям эффективную и действенную систему. Тем не менее они часто сталкиваются со многими

проблемами, выходящими за рамки возможностей муниципального органа по обращению с ТБО. Это в основном связано с финансовыми ресурсами, отсутствием организации и сложностью.

Состав ТБО существенно варьируется от одного региона к другому и от страны к стране в значительной степени. Такая вариативность зависит главным образом от образа жизни, экономической ситуации, правил обращения с отходами и структуры производства. Количество и состав твердых бытовых отходов имеют решающее значение для определения надлежащего обращения с этими отходами и управления ими. Такая информация необходима и полезна для размещения объекта по переработке твердых отходов в энергию на территории муниципалитета. Исходя из теплотворной способности и элементного состава ТБО, инженеры и ученые могут принять решение о его полезности в качестве топлива. Между тем, такая информация поможет в прогнозировании состава газовых выбросов. После этого эти ТБО включаются в технологии преобразования энергии, включая газификацию, сжигание и т.д. Однако возможные опасные вещества, встречающиеся в золе, должны быть тщательно рассмотрены. В этом отношении состав отходов даст ценную информацию о полезности материала либо для компостирования, либо для производства биогаза в качестве топлива путем биологической конверсии.

Между тем, время оказывает большое влияние на состав ТБО. Биодegradация таких ТБО в зависимости от времени является важным фактором, определяющим количество перерабатываемого материала, особенно его органическое содержание.

Бытовые или коммунальные отходы обычно образуются из различных источников, где встречаются различные виды человеческой деятельности. В ряде исследований сообщалось, что твердые бытовые отходы, образующиеся в развивающихся странах, образуются главным образом в жилых помещениях (55-80%), а затем в рыночных или коммерческих районах (10-30%). Последняя состоит из переменных величин, генерируемых промышленностью, улицами, учреждениями и многими другими. Как правило, твердые отходы из таких источников сильно неоднородны по своей природе. Таким образом, они обладают переменными физико-химическими характеристиками в зависимости от их исходных источников. В их состав входят дворные отходы, пищевые отходы, пластмассы, древесина, металлы, бумага, каучуки, кожа, аккумуляторы, инертные материалы, текстиль, лакокрасочные контейнеры, разрушающие и строительные материалы, а также многие другие, которые было бы трудно классифицировать. Неоднородность таких образующихся твердых отходов является главным препятствием в сортировке и их использовании в качестве материала. Поэтому существует надлежащая потребность в фракционировании и сортировке этих отходов перед любым значимым процессом очистки. Сортировка и разделение таких отходов являются одним из наиболее важных и традиционных методов, поскольку они являются необходимыми этапами в управлении твердыми отходами для



получения данных о качестве отделенных фракций для любого потенциального использования. Тем не менее, успех любого разработанного для твердых отходов утилизация зависит главным образом от осведомленности общественности и активного участия таких генераторов отходов в различных сообществах (т. е. от того, как они следуют фундаментальным принципам сортировки и разделения отходов).

Образование твердых отходов (ТБО) является проблематичным и вызывает озабоченность во всем мире, особенно во всех городских центрах. Возросшее образование твердых отходов в городских городах резко сказалось на санитарных проблемах и основных услугах, таких как санитарные сооружения, водоснабжение, управление отходами и транспортная инфраструктура.

В результате изменений в потребительском поведении людей, а также стремительного развития технологий были также изменены объемы и состав ТБО. В исследовании, проведенном Европейским агентством по окружающей среде для изучения годового объема ТБО на душу населения, произведенного 32 европейскими странами в период 2001-2010 годов, они обнаружили, что эти отходы увеличились в 21 стране и уменьшились в 11 странах. В ходе исследования также было изучено количество отходов в 26 странах в период с 2001 по 2008 год; они обнаружили, что эти количества уменьшились в 6 странах. Таким образом, количество и характеристики отходов варьировались от страны к стране, а также от региона к региону даже в пределах одного и того же города в соответствии с указанными факторами, включая привычки использования людей.

#### *Твердые пищевые отходы*

Устойчивый и важный источник некоторых промышленных химических веществ может быть получен из большого количества образующихся в мире отходов. Такие отходы образуются в результате переработки, приготовления пищи, распределения, производства и потребления пищевых продуктов. Однако пищевые отходы и их определение значительно варьируются от городов и стран к другим городам и странам.

Было сообщено, что ненадлежащая практика сбора, переноса и/или транспортировки отходов оказывает большое влияние на характеристики твердых отходов. Кроме того, плохой маршрут планирования, отсутствие информации о графике сбора твердых отходов, количество транспортных средств для сбора твердых отходов и плохие дороги и недостаточная инфраструктура, также могут повлиять на характер твердых отходов. Эффективные способы и доступные услуги по сбору отходов были изучены и сообщены. Организация неформального сектора и содействие развитию микропредприятий. знание обращения со стороны органов власти является одним из важных факторов, влияющих на обращение с твердыми отходами. Снабжение мусороперерабатывающих предприятий существенно влияет на выбор способа захоронения отходов. Они сообщили, что недостаточное снабжение мусорными контейнерами, а также большие расстояния

транспортировки этих контейнеров увеличивают возможность захоронения таких отходов на открытых площадках и обочинах дорог вдоль маршрута поездки. Недостаточные финансовые ресурсы, отсутствие законодательства, хорошо оборудованные и инженерные полигоны-все это способствует ограничению безопасного захоронения твердых отходов.

#### *Утилизация пластмассовых отходов*

Утилизация пластмассовых отходов является одной из основных глобальных экологических проблем. Ежегодно в мире образуется около 50 миллионов тонн постпотребительских пластиковых отходов. Утилизация этих пластиковых отходов на полигоне считается нецелесообразной с экологической точки зрения. Кроме того, быстро сокращается вместимость полигонов и их пропускная способность.

Поскольку пластмассы по своей сути являются углеводородами, они обладают теплотворной способностью в диапазоне от 30 до 40 МДж/кг. Таким образом, они могут быть сожжены или сожжены в муниципальных или других специализированных отходах с выработкой электроэнергии и тепла. Они также могут служить дополнительным топливом для замены ископаемого топлива в нескольких производственных процессах, таких как доменные печи и цементные печи. Полное разрушение этих пластмассовых отходов может быть достигнуто с помощью такого термического применения. Это применение сжигания пластиковых отходов, таким образом, заменяет ископаемое топливо. Однако это приводит к дополнительным усовершенствованным мерам борьбы с загрязнением окружающей среды. Тем не менее, выбросы парниковых газов могут быть сокращены за счет эффективного управления отходами. Опубликовано несколько докладов, касающихся воздействия на окружающую среду практики сжигания и / или захоронения отходов. В этих исследованиях подчеркивалось, что пластмассы и другие не поддающиеся биологическому разложению материалы будут сохраняться на полигоне, в то время как биологические твердые вещества (биотвердые вещества) будут анаэробно преобразовываться в биогаз в качестве энергетического ресурса. Поэтому воздействие сжигания пластмасс и других не поддающихся биологическому разложению материалов является опасным из-за выброса большего количества парниковых газов, чем на полигонах.

#### *Утилизация твердых бытовых отходов*

Одной из основных экологических проблем является сбор, управление и утилизация ТБО в городских районах. Недостаточное управление ТБО и их утилизация приводят к значительным экологическим проблемам. Это включает в себя почву, воздух, воду и эстетическое загрязнение. Такие экологические проблемы связаны с нарушением здоровья человека, обусловленным увеличением выбросов парниковых газов.

Потоки отходов, происходящие из промышленных источников, отличаются от опасных веществ, содержащихся в бытовых отходах. Опасные отходы утилизируются на свалках вместе с общехозяйственными отходами.

Объемы, качество и значимость такого выбытия плохо изучены. Существуют большие опасения по поводу наличия нескольких химических веществ в продуктах домашнего обихода. Кроме того, вызывают озабоченность последствия и воздействие на окружающую среду, вызванные удалением ТБО.

Во всем мире около 71% ТБО утилизируется на полигонах. ТБО содержат в основном опасные вещества, в том числе некоторые летучие вещества, краски, ртутьсодержащие отходы, фармацевтические препараты, средства технического обслуживания транспортных средств и многие другие продукты. С другой стороны, более 53% сваленных отходов состоят из твердой картонной бумаги, дворовых отходов, бумаги и пищевых продуктов, которые поддаются биологическому разложению анаэробными бактериями. Это делает засыпку земли основным методом утилизации отходов в Казахстане.

Акционерное общество «Тартып» – крупнейшая компания по вывозу твердых бытовых отходов, крупногабаритного и строительного мусора в городе Алматы и Алматинской области, созданная решением Акима города Алматы.

№	Наименование области, города	за 2018 год		
		Образовано	Сортировка + Переработка	
		ТБО, тонн	ТБО	
			тонн	%
1	Акмолинская	241 000	7 056	2,93
2	Актюбинская	298 600	34 894	11,69
3	Алматинская	628 681	173 200	27,55
4	Атырауская	207 798	3 522	1,69
5	ВКО	183 550	8 883	4,84
6	Жамбылская	95 691	2 975	3,11
7	ЗКО	108 111	5 712	5,28
8	Карагандинская	651 300	106 771	16,39
9	Костанайская	250 000	24 118	9,65
10	Кызылординская	147 000	10 912	7,42
11	Мангистауская	182 323	2590	1,42
12	Павлодарская	117 336	138	0,12
13	СКО	66 100	5 015	7,59
14	Туркестанская	137 952	9 896	7,17
15	г. Алматы	480 000	27 383	5,70
16	г. Астана	307 626	37 673	12,25
17	г. Шымкент	216178	39525	18,28
<b>Всего</b>		<b>4 319 246</b>	<b>497 225</b>	<b>11,51</b>

Рисунок 2.3- Доля образованных и переработанных ТБО в разрезе регионов Казахстана за 2018 г.

Компания берёт на себя ответственность по осуществлению своей деятельности в строгом соответствии законодательству Республики Казахстан, а также требованиям международных и национальных стандартов в области управления качеством, охраны окружающей среды и повышения энергоэффективности.

АО «Тартып» берёт на себя постоянные обязательства:

- совершенствовать выполняемые процессы;
- отдавать приоритет превентивным мерам для предотвращения или снижения вредного воздействия на окружающую среду;
- сокращения энергопотребления, вести открытую и прозрачную деятельность;
- поддерживать связь с потребителями и со всеми заинтересованными сторонами, для того чтобы учесть их мнение и постараться превзойти их ожидания.

Для повышения квалификации и подготовленности сотрудников данная компания ведёт постоянное повышение профессиональной подготовки своего персонала либо на своей базе, либо через аккредитованные организации.



Рисунок 2.4 – Грузовые машины АО «Тартып»

Акционерное общество «Тартып» с пятнадцатилетним опытом работы занимает доминирующее положение на рынке по сбору и вывозу отходов.

Вывоз коммунальных отходов - актуальная проблема любого населенного пункта. Одной из основных проблем современности является забота о сохранении окружающей среды. При увеличивающихся объемах

отходов главной составляющей в борьбе за окружающую среду становится чистота городских территорий, особенно важен грамотно и профессионально организованный вывоз твердых бытовых отходов (ТБО). Чистое и комфортное окружающее пространство непосредственно влияет на самочувствие людей, успешность в делах и их настроение.

Компания акционирована путем преобразования коммунального государственного предприятия «Тартып», созданного в ноябре 1999 года Решением Акима города Алматы, как системообразующее предприятие по обращению с коммунальными отходами города Алматы. Свидетельство Департамента юстиции города Алматы от 16.01.2006 г. №75245-1910-АО.

АО «Тартып» обладает достаточным потенциалом для дальнейшего стабильного роста, находится в процессе непрерывного совершенствования и развития, внедряет в работу интересный опыт зарубежных коллег.

В компании трудятся 910 человек, в том числе 821 человек – производственный персонал, непосредственно занятый сбором и вывозом отходов. С 2009 года организована и действует Профсоюзная организация. 236 единиц специализированной техники, дислоцированные на семи производственных базах в шести районах города, готовы в любое время года к обслуживанию объекта любой точке города [3].

Эта компания руководствуется принципами экологической безопасности окружающей среды, законами Республики Казахстан. АО «Тартып» выполняет работу по вывозу ТБО и прочих отходов максимально аккуратно, не причиняя вреда окружающей среде.

#### *Технологии и методы утилизации ТБО*

*Полигон захоронения ТБО* - это комплекс природоохранных сооружений, предназначенных для складирования, изоляции и обезвреживания твердых бытовых отходов, обеспечивающий защиту от загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных и грунтовых вод, препятствующий распространению грызунов, насекомых и болезнетворных микроорганизмов.

Полигон для твердо-бытовых отходов как правило состоит из следующих подразделений:

- подъездная дорога, по которой осуществляются подвоз ТБО и обратное движение мусоровозов;
- хозяйственная зона, предназначенная для организации эксплуатации полигона;
- участок складирования ТБО, где размещаются и захороняются отходы;
- участок складирования соединяется с хозяйственной зоной временной внутриплощадочной дорогой;
- линия электроснабжения от внешних электрических сетей.



Рисунок 2.5 – Полигон в районе Каскелена в городе Алматы

Массив отходов полигона ограничен системами инженерных сооружений: верхним окончательным покрытием и противодиффузионным экраном для управления эмиссией полигона - сокращения неблагоприятного воздействия на окружающую среду.

- *Сжигание*. Наиболее распространенный вариант избавления от утильсырья, однако, подобные методы крайне негативно сказываются на окружающей среде. В связи с этим современный комплекс и схема управления отходами заменяет сжигание на пиролиз.

- *Пиролиз твердых отходов*. Высокоэффективный и экологически чистый способ утилизации материалов без предварительной сортировки. Захоронение или размещение на свалках. Отправка ТБО на захоронение в могильники.

На смену сжиганию и отправке отходов на длительный срок хранения пришел новый метод термической обработки – *пиролиз*. У технологии имеется масса преимуществ:

- Возможность использовать утильсырье в качестве топлива;
- Эффективная утилизация отходов;
- Экологическая безопасность;
- Отпадает надобность в услугах, которые предоставляет организация перегруза ТБО.

Под пиролизом понимается протекание взаимосвязанных между собой процессов: сушка, перегонка сухого материала (это и есть пиролиз), газификация и сжигание коксового остатка. Провести пиролиз можно только с помощью специального оборудования. Так, в настоящее время распространена станция, имеющая собственную классификацию:

- низкотемпературный работает при 400-500°С;

- среднетемпературный до 800°C;
- высокотемпературный при температурах свыше 800°C.

Схема и комплекс управления мусором по большей части понимает использование среднетемпературных установок для проведения пиролиза. Пиролиз никогда не проводится на температурном интервале от 1050°C до 1400°C, так как шлаки начинают плавиться и размягчаться, что приводит к повреждению комплекса шлакоудаления.

#### *Новый мусоросортировочный комплекс в г. Алматы*

В Алматы в Алатауском районе состоялся официальный запуск мусоросортировочного комплекса мощностью 550 тысяч тонн твердых бытовых отходов в год, что позволит направлять для захоронения на полигоне только безопасные инертные и биоразлагаемые материалы. На предприятии извлекают до 50 тыс. тонн вторичного сырья: картон, целлофан, стекло, пластик и металл для дальнейшей переработки. В последующем на территории комплекса планируется создать дополнительные мощности для глубокой переработки вторичного сырья. Все это вкуче с внедрением комплексной системы управления отходами позволит снизить экологическую нагрузку на окружающую среду города. Введение предприятия с передовым итальянским оборудованием позволило создать 530 постоянных рабочих мест.

Ежедневно поступает 1300 тонн мусора, в летний период около 1700 тонн. Привезенный мусор с помощью техники подкидывают на конвейер, по нему поступает в блок для ручной сортировки. Конвейер движется быстро, при такой скорости невозможно качественно отсортировать. На конвейерных лентах установлены магниты, которые отлавливают металлические предметы. Отсортированное сырье прессуется и передается на переработку.



Рисунок 2.5 – Мусоросортировочный завод

Вся непереработка, называют их хвосты, также прессуют в кипы и отправляют на полигон в сторону Каскелена.

С 2021 года в Казахстане внедряют запрет на захоронение строительных и пищевых отходов. С 1 января 2019 года в Казахстане вступил в силу запрет на захоронение пластмассы, макулатуры, картона, бумажных отходов и стекла.

### 2.3 Расчёт годовой нормы накопления твёрдых бытовых отходов в населённом пункте

Расчёт накопления твердо-бытовых отходов за один год проводится в соответствии с удельными нормами их накопления на одного жителя. Обычно рассчитывают от двух источников образования: жилого сектора и общественных зданий, учреждений. В городах твердо-бытовые отходы имеют различные плотность и морфологический состав, поэтому удельное накопление ТБО учитывают, как по массе, так и по объёму [4].

Нормы накопления ТБО для различных источников определяют специальными научными организациями (не реже 1 раза в 5 лет). Результаты исследований утверждают администрации города Алматы.

Для проектирования данные по нормам накопления ТБО для заданных населённых пунктов приведены в таблице 2.1. В этой же таблице проводится расчёт определения объёмов накопления ТБО.

Таким образом, суммарный вес накопления ТБО составляет 1632736 т/год.

Суточная величина накопления ТБО ( $P_{сут}$ ) вычисляется по формуле (2.1) [4]:

$$P_{сут} = \frac{\sum V}{\sum T_{год}}, \quad (2.1)$$

где  $\sum T_{год}$  - количество дней в году

$$P_{сут} = \frac{1632736}{365} = 4473,25 \text{ т/сут}$$

Удельную норму накопления ТБО по массе ( $Y$ ) определяют по формуле (2.2) [4]:

$$Y = \frac{\sum V}{\sum H}, \quad (2.2)$$

$$Y = 1632736 / 1800000 = 0,907 \text{ т/чел} \times \text{год}$$

При плотности отходов  $\gamma = 210 \text{ кг/м}^3$ , удельная норма накопления по объёму ( $Y^*$ ) находится по формуле (2.3)[4]:

$$Y^* = \frac{Y}{\gamma} \quad (2.3)$$



$$Y^* = 907/210 = 4,32 \text{ м}^3/\text{чел} \times \text{год}$$

Таблица 2.1. - Нормы образования и накопления коммунальных отходов по городу Алматы

Объект образования отходов	Нормы накопления ТБО, м <sup>3</sup> /год	Численность нас., чел	Количество единиц	Всего, м <sup>3</sup> /год
Жилье дома благоустр. типа	2,9	1800000	0,6	3132000
Жилье дома неблагоустр. типа	2,9	1800000	0,4	2088000
Гостиницы	1,54	1800000	0,07	194040
Детсады, ясли	1,01	1800000	0,05	90900
Учебные заведения	0,35	1800000	0,03	18900
Театры, кинотеатры	0,49	1800000	1000	490
Учреждения, офисы	1,55	1800000	0,3	837000
Продовольственные магазины	1,61	1800000	5000	8050
Промтоварные магазины	1,14	1800000	5000	5700
Рынок	0,78	1800000	10000	7800
Автовокзалы	0,58	1800000	800	464
Больница	1,1	1800000	0,05	99000
Поликлиники	0,03	1800000	0,9	48600
Всего:				6530944

Следовательно, удельная норма накопления по объёму в городе Алматы составляет 4,32 м<sup>3</sup>/чел × год.

### 3. Переработка отходов. Производство биогумуса

Дождевые черви фактически стоят самостоятельно как обозначение "чистой технологии" в области превращений органических отходов также стоит самостоятельно в качестве обозначения "устойчивая органическая сельскохозяйственная технология". Органические отходы от бытовых, сельскохозяйственных и промышленных источников вызвали наибольшие проблемы в последние годы. Утилизация органических разлагающихся продуктов должна быть переработана и использована для обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства, что является наиболее актуальным и технически обоснованным решением для развитых и развивающихся стран.

Такие усилия не только повышают устойчивость органического вещества почвы к нарушению баланса физико-биохимических свойств. Включение дождевых червей в органические отходы для производства биогумуса является надежным методом.

Технология вермикультуры не только привела к получению вермикомпоста, но также подтверждено, что он сохраняет отличный питательный состав и увеличивает содержание органического вещества, необходимого для поддержания свойств почвы.

Это выгодно для долгосрочной устойчивости и урожайности сельскохозяйственных культур. Принимая, с учетом выгодных аспектов технологии, общее количество стран, произведенный органический мусор должен быть переработан как ресурсосберегающий продукт ради блага человечества. Это может привести к устойчивому сельскому хозяйству, пригодным экологически чистым усилиям по созданию сбалансированной экосистемы.

"Верми" означает червей (дождевых червей), а "культура" - земледелие; таким образом, вермикультура - это разведение дождевых червей. В этом процессе дождевые черви являются универсальными природными биореакторами, преобразующими органические твердые бытовые отходы в ценный вторичный продукт. Он используется для переработки твердых отходов в богатый питательными веществами материал. Существует три экологических разновидности дождевых червей: эпигейные, анекийные и эндогеические.

Вермикомпостирование - это биологическая разложение и регулирование органических отходов дождевыми червями и микроорганизмами с образованием вермикомпоста. Сегодня это неотъемлемая часть органического земледелия. Дождевые черви наряду с другими животными играют важную роль в регулировании почвенных процессов, поддержании плодородия почвы и обеспечении круговорота питательных веществ.

Целью настоящего обзора является изучение сочетания эффективных и малозатратных технологий переработки органических отходов, и получения биоудобрений вермикомпоста с богатым питательным веществами, которые могли бы сыграть определенную роль в обогащении сельского хозяйства. Аристотель называл червей "внутренностями земли" и утверждал, что не может быть другого существа, которое играло бы столь важную роль в истории жизни на земле. Дождевые черви составляют значительную часть биомассы, обитающей в почве. Роль дождевых червей в управлении органическими твердыми отходами была впервые установлена Дарвином.

В последние годы предпринимаются усилия по использованию потенциала дождевых червей в переработке питательных веществ, утилизации отходов и разработке систем вермикомпостирования в промышленных масштабах. Их также называют "экосистемными инженерами", поскольку они увеличивают количество и типы микробов в почве, создавая условия, при которых эти существа могут процветать и размножаться.

В Казахстане интеграция сельскохозяйственных культур и животноводства и использование навоза в качестве удобрения лежали в основе систем земледелия. Ухудшение плодородия почв в результате потери

питательных веществ и органического вещества, засоления и загрязнения окружающей среды являются, таким образом, негативными последствиями современной сельскохозяйственной практики. В Казахстане ежегодно образуются миллионы тонн органических отходов. В настоящее время ценность удобрений из навоза животных не используется в полной мере, что приводит к потере потенциальных питательных веществ, возвращающихся в сельскохозяйственные системы. Сообщалось о вермикомпостировании различных экскрементов скота, включая навоз крупного рогатого скота, лошадиные отходы, свиные отходы, козы отходы, овечьи отходы, отходы индейки и птичий помет. Органические отходы могут быть поглощены дождевыми червями и использованы в качестве торфоподобного материала, называемого "вермикомпостом". Во время вермикомпостирования важные питательные вещества растений, такие как N, P, K и Ca, присутствующие в органических отходах, высвобождаются и преобразуются в более растворимые и доступные растениям формы. Биогумус также содержит биологически активные вещества, такие как регуляторы роста растений. Эта технология была импровизирована для обработки отходов с целью получения эффективного биопродукта вермикомпоста.

Эпигейные дождевые черви, такие как *Perionyx excavatus*, *Eisenia fetida*, *Lumbricus rubellus* и *Eudrilus eugeniae*, используются для вермикомпостирования, но местные виды, такие как *Eisenia fetida*, доказали эффективность компостирования дождевых червей в континентальных условиях. Более того, сами черви служат источником белка для корма животных. Компост становится важным аспектом в стремлении повысить продуктивность пищевых продуктов экологически чистым способом. Вермикомпостирование предлагает решение проблемы тонн органических агроотходов, сжигаемых фермерами, а также переработку и повторное использование этих отходов для содействия нашему сельскохозяйственному развитию более эффективным, экономичным и экологически чистым способом. Сахарная и рисовая промышленность сжигают таким образом свои отходы, разрушают содержание органического вещества в почве, убивают микробную популяцию и влияют на физические свойства почвы. Эпигейные виды, а именно: *Eudrilus eugeniae*, *Eisenia foetida* и *Perionyx excavatus* подходят для вермикомпостирования.

а) *Eisenia foetida*: *Eisenia foetida*, в народе известная как красный извивающийся червь, красный червь, тигровый червь и т. д., пожалуй, является наиболее широко используемым дождевым червем для вермикомпостирования. Этот вид также широко использовался для различных токсикологических исследований в качестве тестового червя. Зрелые особи могут достигать массы тела до 1500 мг. Каждый зрелый червь в среднем производит один кокон каждые три дня, и из каждого кокона при вылуплении в течение 23 дней выходят от 1 до 3 особей.

б) *Eudrilus eugeniae*: этот вид, известный в народе как Ночная гусеница, можно сказать, является вторым наиболее широко используемым дождевым

червем для вермикомпостирования. Он растет быстрее, чем другие виды, накапливая массу со скоростью 12 мг/сут. Зрелые особи могут достигать массы тела до 4,3 г/особь. Зрелость наступает в течение 40 дней, и через неделю особи начинают откладывать кокон (в среднем 1 кокон в день). Продолжительность жизни в лаборатории оценивается в диапазоне от 1 до 3 лет. Уроженец Экваториальной Западной Африки, низкая температурная толерантность *Eudrilus eugeniae* ниже, чем у *Eisenia foetida*, но этот вид может быть использован в качестве вермикомпостирующего червя в тропических и субтропических регионах.

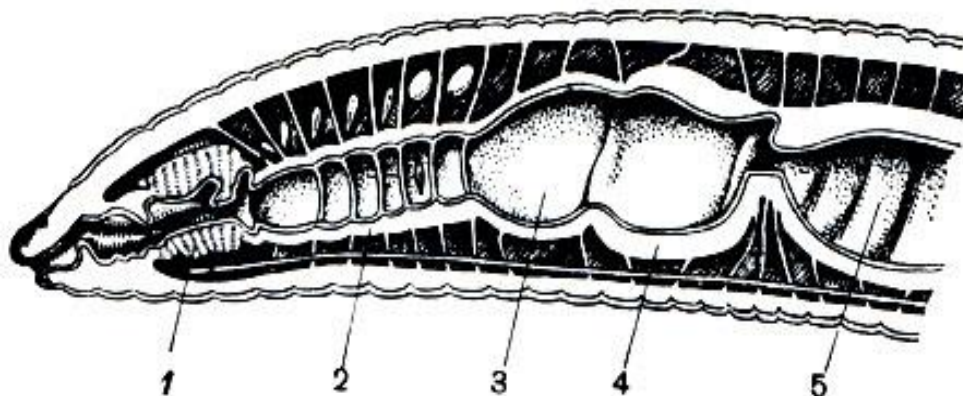


Рисунок 3.1- Продольный разрез передней части дождевого червя: 1 - глотка; 2 - пищевод; 3 - зоб; 4 - мускульный желудок; 5 - средняя кишка

в) *Perionyx excavatus*: в Индии этот вид довольно распространен в Восточных Гималаях, Западных Гималаях, Пилибхите, Бенгалии и малых Андаманских островах. Он обладает высокой адаптивностью и может переносить широкий диапазон влажности и качества органического вещества. Средняя скорость роста *Perionyx excavatus* составляет 3,5 мг/сут, а масса тела (максимальная) - 600 мг. Зрелость достигается в течение 21-22 дней, а размножение начинается к 24-му дню, когда на кокон приходится от 1 до 3 детенышей. Ученые полагают, что этот вид является одним из наиболее подходящих для вермикомпостирования в тропическом климате.

Значимость биогумуса. Дождевые черви потребляют различные органические отходы и уменьшают их объем на 40-60%. Каждый дождевой червь весит около 0,5-0,6 г, питается отходами, эквивалентными его массе тела, и производит отходы, эквивалентные примерно 50% отходов, которые он потребляет в день. Эти червячные заготовки были проанализированы на предмет их химических и биологических свойств. Содержание влаги в заготовках колеблется от 32 до 66%, а рН составляет около 6,0-7,0. Червячные заготовки содержат намного более высокий процент (почти в два раза) как макро -, так и микроэлементов, чем садовый компост. Шринивас и др. было изучено комплексное влияние внесения удобрений и вермикомпоста на содержание в почве доступного азота (N) и поглощение им корневой тыквы

(*Luffa acutangula*). Доступная почва N значительно увеличивалась с увеличением уровня вермикомпоста, и самое высокое поглощение N было получено при 50% рекомендуемой нормы удобрения плюс 10 т га-1 вермикомпост. Аналогично, поглощение N, фосфора (P), калия (K) и магния (Mg) растением риса (*Oryza sativa*) было наиболее высоким при внесении удобрений в сочетании с вермикомпостом.

### **3.1 Вермитехнология и управление органическими отходами**

Блок управления твердыми отходами в основном базируется на инфраструктурных принципах вермитехнологии. Органические твердые отходы (большое количество) перерабатывались путем биогумусного компостирования (предварительного сбраживания) и затем циклически загружались в вермикомпостирующие установки. Биогумус собирали через каждые шестьдесят дней с момента начала биогумусного компостирования. Температура регулярно регистрировалась во время процесса биогумусного компостирования. Концепция Vermitech (вермикультура и вермикомпостирование) была разработана до совершенства для успешной реализации. *Eisenia fetida* (эпигейные виды дождевых червей) были привиты во все резервуары с установкой vermitech. Тем временем резервуары для вермикультуры еженедельно поливали водой для поддержания влажности. Биогумусные компостные установки были созданы (в трех экземплярах) с использованием комбинации водного гиацинта и трав. Биогумусные компосты переворачивались через 15 дней и после общего периода времени в 30 дней передавались в соответствующие подразделения для дальнейшей переработки и вермикомпостирования. Из трех резервуаров был собран биогумус. Температура регулярно регистрировалась во время процесса биогумусного компостирования. Биогумус после сбора урожая просеивали через 3-мм сито. Он был подвергнут химическому анализу (рН, электропроводность, органический углерод, азот, фосфор, калий, кальций, марганец, железо, медь и цинк) для оценки его питательного статуса.

Перспективы вермикомпостирования. Вермикомпост, по-видимому, в целом превосходит традиционно производимый компост по ряду важных параметров. Вермикомпост превосходит большинство компостов в качестве инокулянтов при производстве компоста. Черви имеют ряд других возможных применений на фермах, включая ценность в качестве высококачественного корма для животных. Вермикомпостирование и вермикультура открывают потенциальные возможности для органических фермеров в качестве источников дополнительного дохода. Биогумус имеет следующие преимущества перед химическими удобрениями. Он восстанавливает микробную популяцию, включающую азотфиксаторы, фосфатные солубилизаторы и др. это обеспечивает основные и микроэлементные питательные вещества для растений и улучшает структуру почвы и влагоудерживающую способность почвы. Он обеспечивает хорошую аэрацию почвы, тем самым улучшая рост корней и размножение полезных почвенных

микроорганизмов. Он уменьшает использование пестицидов для борьбы с патогенами растений и улучшает структурную стабильность почвы, тем самым предотвращая эрозию почвы. Это повышает качество зерна / фруктов за счет повышенного содержания сахара в то же время, начало процесса вермикомпостирования является более сложным процессом, чем традиционное компостирование. Это может быть быстрее, но, чтобы сделать его таким, как правило, требуется больше труда. Он требует больше места, потому что черви являются поверхностными питателями и не будут работать в материале глубиной более метра. Он более уязвим к давлению окружающей среды, таким как температура, Условия замерзания и засуха. Это требует больше стартовых ресурсов, либо вложений (чтобы купить червей), либо времени и труда (чтобы вырастить их).

Это аэробный, биоокислительный, нетермофильный процесс разложения органических отходов, который зависит от того, что дождевые черви фрагментируют, смешивают и стимулируют микробную активность. Основными требованиями в процессе вермикомпостирования являются:

- Подходящее высаживание в грунт;
- Пищевые ресурсы;
- Достаточная влажность;
- Адекватная аэрация;
- Подходящая температура;
- Подходящий pH;

а) Источник питания: регулярное поступление кормовых материалов для дождевых червей является наиболее важным этапом процесса вермикомпостирования. Дождевые черви используют в качестве пищи большое разнообразие органических материалов, но проявляют пищевые предпочтения. В неблагоприятных условиях дождевые черви могут извлекать из почвы достаточное количество питательных веществ, чтобы выжить. Однако дождевые черви питаются в основном мертвыми и разлагающимися органическими отходами, а также свободной живой почвенной микрофлорой и фауной. В идеальных условиях черви могут потреблять количество пищи, превышающее их массу тела, общее эмпирическое правило-это потребление пищи весом в половину их массы тела в день. Экскременты домашнего скота, а именно: козий навоз, навоз крупного рогатого скота или свиной навоз являются наиболее часто используемым червячным сырьем, поскольку эти материалы имеют более высокое содержание азота. При использовании материала с более высоким содержанием углерода в соотношении C:N, превышающем 40:1, целесообразно добавлять азотные добавки для обеспечения эффективного разложения. Пищу следует добавлять только в ограниченном слое, так как избыток отходов во многих случаях генерирует тепло. Из отходов, попадающих в организм червей, 5-10% усваивается ими, а остальные выводятся в виде вермикаста.

б) Влажность: пожалуй, самое важное требование дождевых червей-это достаточное увлажнение. Они требуют влажности в пределах 60-70%. Сырье

не должно быть слишком влажным, иначе оно может создать анаэробные условия, которые могут быть смертельными для дождевых червей.

в) Аэрация: такие факторы, как высокий уровень жирных/маслянистых веществ в исходном сырье или чрезмерная влажность в сочетании с плохой аэрацией, могут создавать анаэробные условия в системе вермикомпостирования. Черви страдают от тяжелой смертности отчасти из-за того, что они лишены кислорода, а отчасти из-за токсичных веществ (например, аммиака), вырабатываемых в таких условиях.

г) Температура: активность, метаболизм, рост, дыхание и размножение дождевых червей сильно зависят от температуры. Большинство видов дождевых червей, используемых в вермикомпостировании, требуют умеренных температур от 10 до 35°C, в то время как допуски и предпочтения варьируются от вида к виду. Дождевые черви переносят холод и влажность гораздо лучше, чем жаркие и сухие условия. Для *Eisenia foetida* температура выше 10°C (минимум) и предпочтительно 15°C должна поддерживаться для максимальной эффективности вермикомпостирования и выше 15°C (минимум) и предпочтительно 20°C для вермикультуры. Более высокие температуры (> 35° C) могут привести к высокой смертности. Черви будут перераспределять себя внутри куч, грядок или валков таким образом, что они получают благоприятные температуры в постели. Черви могут выжить в диапазоне pH от 5 до 9, но оптимальным считается диапазон от 7,5 до 8,0. В общем случае pH червячных пластов имеет тенденцию со временем снижаться из-за фрагментации органического вещества в ходе ряда химических реакций. Таким образом, если пищевые источники щелочные, то эффект умеренный, тяготеющий к нейтральному или слабокислому, а если кислый (например, кофейная гуща, торфяной мох); pH грядок может опускаться значительно ниже. В таких кислых условиях вредители, такие как клещи, могут стать обильными. pH может быть скорректирован вверх путем добавления карбоната кальция.

### **3.2 Производство биогумуса**

Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций определяет компостирование как естественный процесс «деградации» или разложения отходов микроорганизмами в четко определенных условиях, он эквивалентен процессу образования гумуса в естественной среде. Органические компоненты растительного и животного происхождения, деградируют в результате череды микробных сообществ, эволюционирующих в аэробных условиях. По определению, компостирование является аэробным процессом, однако многие анаэробные микроорганизмы могут появляться в компостной куче. В процессе компостирования большое количество кислорода необходимо для обеспечения активности микроорганизмов, в результате их действия образуются углекислый газ, вода, тепло, соединения азота и минералов, перегной (стабильный конечный органический продукт).

Большинство органических отходов может быть биологически переработано путем компостирования. Таким образом, компостирование относится к городским отходам (ферментируемая фракция бытовых отходов, осадок очистных сооружений, зеленые отходы), сельскохозяйственным стокам, промышленным отходам (древесина, бумага, аптека, пищевая промышленность, молокозавод). Отходы могут быть компостированы самостоятельно или в смеси с одним или несколькими другими отходами, тогда это называется компостированием. Некоторые отходы нельзя компостировать самостоятельно. Как правило, в качестве со-субстрата используется отходы, называемые разлагающим посредником, который чаще всего является растительным материалом, первоначально добавляемым в компостирующую массу, чтобы помочь создать структуру, благоприятную для переноса газов между компостирующей массой и атмосферой, а также обеспечить долю углерода.

Многие авторы определили процесс компостирования через термическую эволюцию компоста. Компостирование начинается с образования отходов. Затем чередование различных термических сред обуславливает микробные виды, присутствующие на протяжении всего процесса компостирования. Микробные сообщества (черви), действующие во время компостирования, отличаются от тех, которые присутствуют в первоначальных органических отходах, и их распространение будет зависеть от их отбора в условиях окружающей среды. Два основных параметра, по-видимому, влияют на состав и последовательность микробных сообществ: изменение температуры, обусловленное первоначальной смесью сырья и его биоразлагаемостью, и доступность питательных веществ.

Дождевые черви увеличивают выработку нитратов за счет стимуляции бактериальной активности и за счет собственного разложения. Имеются сообщения о том, что концентрации обменных катионов, таких как Ca, Mg, Na, K, P и Mo в слепках червей выше, чем в окружающей почве. Биогумус не может быть описан как питательно превосходящий другие органические удобрения. Напротив, это уникальный способ производства навоза. Многие исследования были проведены на промышленном уровне крупномасштабное компостирование органических отходов в муниципальных условиях. Многие исследования убедительно доказывают, что крупномасштабная переработка органических отходов с применением биогумусного компостирования с последующим вермикомпостированием является осуществимой технологией. Сочетание скошенной травы, водяного гиацинта и навоза крупного рогатого скота использовалось в качестве органических отходов для процесса биогумуса и вермикомпостирования. Результаты показали, что органические отходы (обрезки травы и водный гиацинт) были успешно переработаны путем частичного биогумусного компостирования и вермикомпостирования в течение 60 дней. Регистрируемая еженедельная температура показывает, что наблюдались два основных пика повышения температуры (2-я неделя-54,3°C и 6-я неделя-34°C), свидетельствующие об активности термофильных



микроорганизмов. Повышение температуры приводит к уничтожению вредных микробов. Процесс биогумусного компостирования включает в себя частично аэробный и частично анаэробный процесс. Биогенный статус биогумуса, полученного из органических отходов, коррелирует с предыдущими отчетами. Вермикомпост-отличное биоудобрение, которое, как было исследовано, оказывает благоприятное влияние на рост и урожайность ряда культур, таких как рисовый, сахарный тростник, томат. Биогумус способствует поставке необходимых микроэлементов и, кроме того, содержит стимулирующие рост вещества, такие как ауксины и цитокины. Таким образом, вермитехнология-это система использования дождевых червей для биопереработки органических отходов в биогумус, которая имеет широкое применение в управлении отходами и устойчивом органическом земледелии и зарекомендовала себя как один из эффективных методов управления органическими отходами с наименьшей сложностью и экономической жизнеспособностью. Как система переработки, вермикомпостирование органических отходов очень просто. Черви поглощают отходы-расщепляют их в своих рудиментарных желудках-потребляют легкоусвояемую / гнилостную часть, а затем выделяют стабильный гумусоподобный материал, который может быть немедленно продан и имеет множество документально подтвержденных преимуществ для потребителя. Вермитехнология может быть перспективным методом, который показал свой потенциал в некоторых сложных областях, таких как увеличение производства пищевых продуктов, переработка отходов, управление твердыми отходами и т.д.

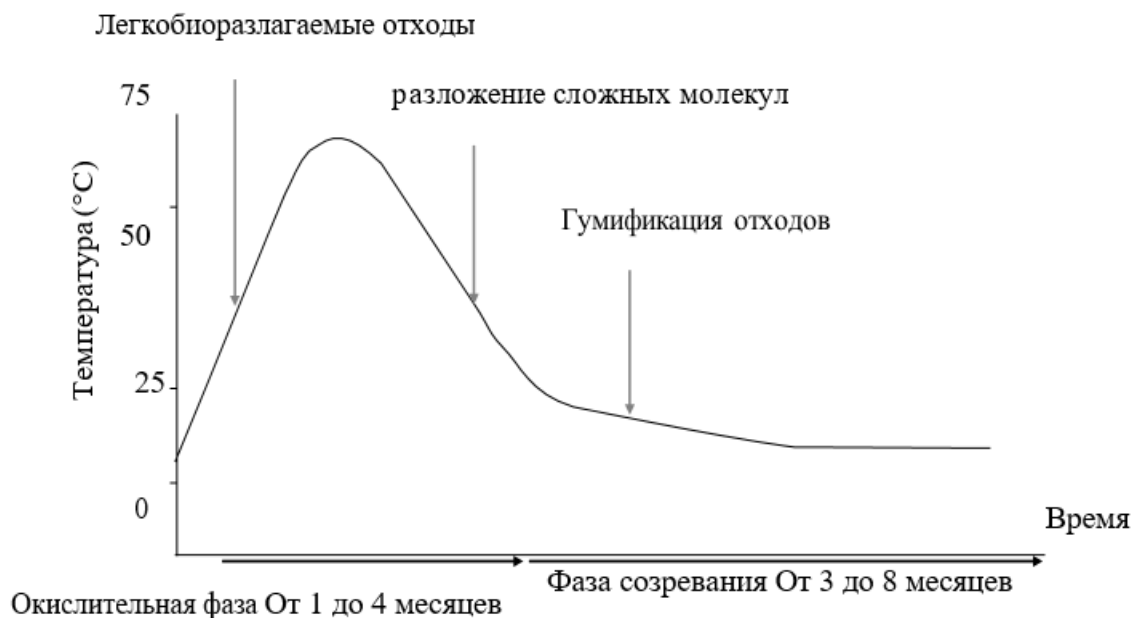


Рисунок 3.2 - Теоретическая эволюция температуры при компостировании в умеренной среде

Нет никаких сомнений в том, что в Казахстане, где, с одной стороны, загрязнение увеличивается из-за накопления органических отходов, а с другой стороны, существует нехватка органического навоза, который мог бы повысить плодородие и продуктивность земли и производить питательную и безопасную пищу. Следовательно, возможности для вермикомпостирования огромны.

Окислительная (или разлагающая) фаза начинается с мезофильных температур, то есть ниже 45°C. присутствующие организмы быстро размножаются благодаря имеющимся сахарам и аминокислотам, присутствующим в органическом веществе. Эта высокая активность в первую очередь приводит к значительному повышению температуры. В большинстве случаев температура быстро достигает 70-80°C в течение первых двух дней. Активность мезофильных микробных популяций ингибируется при слишком высоких температурах, затем им на смену приходят другие так называемые теплолюбивые микробные и грибковые популяции, которые при очень высоких температурах осуществляют значительную минерализацию органического вещества. После 70°C только ферменты, выделяемые на предыдущих фазах, по-прежнему способствуют деградации. В этой фазе преобладает разложение растительных волокон грибами. Сложные органические соединения, разложенные на более мелкие молекулы некоторыми микроорганизмами, могут использоваться другими видами микроорганизмов, этот синергический эффект позволяет эффективно повышать микробный рост.

На этом окислительном этапе наступает фаза созревания, которая начинается с охлаждения (возврата к комнатной температуре) компоста, отмеченного явным замедлением микробной активности. Процессы увлажнения (вторичные реакции конденсации и полимеризации) доминируют и приводят к образованию гумуса, в том числе гуминовых кислот, соединений, которые очень устойчивы к деградации. Гумус является конечным продуктом компостирования и состоит из стабильных, мало биоразлагаемых веществ. Когда компост готов, частицы, входящие в его состав, имеют небольшие размеры и однородны. Текстура готового изделия однородна, его цвет от темно-коричневого до Черного. Гумификация органических отходов происходит в основном в фазе созревания и приводит к реорганизации и конденсации в виде макромолекул неминерализованных органических компонентов. Перегной образуется в основном из лигнина, полисахаридов и азотных соединений. Это увлажнение трудно выделить при отслеживании только биохимических фракций.

Продолжительность компостирования варьируется, поскольку она зависит от множества биотических и абиотических параметров, некоторые из которых не могут быть полностью контролированы. Для аналогичных процедур компостирования продолжительность компостирования сильно варьируется в зависимости от климата. В случае обычного компостирования в

тропической среде общая продолжительность компостирования составляет от 90 до 180 дней.

Компостирование является альтернативой мусорным хранилищам, снижающим загрязнение воздуха в определенных условиях и выбросы парниковых газов и генерирующим полезные продукты. Высокая минерализация органических соединений, большие потери воды позволяют уменьшить объем отходов примерно на 50% и вес на 50-80%. Это дает большие преимущества для применения этой практики в районах, где пространство для обработки отходов ограничено демографическим давлением, особенно в островных государствах.

Поступление компоста в почву положительно влияет на его физические свойства и, в частности, способность удерживать воду, а также является источником питательных веществ для сельскохозяйственных культур.

Для практики компостирования углерод и азот являются основными ресурсами роста бактерий. Бактерии окисляют углерод как источник энергии и включают азот для синтеза белка. Три типа реакций участвуют в метаболизме углерода:

- дыхание микроорганизмов, источник энергии для собственного метаболизма;
- ассимиляция микроорганизмами, базовый материал для синтеза молекул;
- реорганизация углерода, обусловленная активностью микроорганизмов.

Эти три типа реакций приводят к уменьшению легко разлагаемых углеродных соединений, которые постепенно превращаются во все более устойчивые к деградации молекулы. Вначале микроорганизмами используются растворимые и легко разлагаемые источники углерода, такие как моносахариды, крахмал, органические кислоты и липиды. Высокая метаболическая активность и экзотермический процесс повышают температуру в компостирующей массе. Затем происходит отбор микроорганизмов по температуре. На гемицеллюлозы нападают наиболее термоустойчивые бактерии и актиномицеты. Целлюлоза также подвергается нападению, при условии, что температура не превышает 60°C. Во время фазы охлаждения, а затем в фазе созревания, микробные популяции эволюционируют, поэтому грибы получают выгоду от снижения температуры и влажности в куче, их метаболическая активность имеет основополагающее значение для гумификации органических веществ и производства ароматических соединений.

При иницировании процесса компостирования азот встречается в клеточных компонентах и в молекулах, таких как мочевины, аммоний. В целом в процессе компостирования, как представляется, могут происходить все реакции азотного цикла: нитрификация, денитрификация, фиксация, минерализация или аммонификация. На этапах охлаждения и созревания микроорганизмы могут фиксировать атмосферный азот с образованием

аммония с последующим производством селитры. Это возможно в среде с низким содержанием аммония.

#### *Влияние физико-химических параметров при компостировании*

Факторами, влияющими на микробный метаболизм, являются те, которые обуславливают компостирование. Эти факторы подразделяются на две группы: те, которые связаны с составлением компостной смеси (баланс питательных веществ, рН, размер частиц, пористость и влажность) и те, которые связаны с поддержанием процесса (концентрация кислорода, температура и содержание воды). Поскольку обе группы факторов сильно связаны между собой, характер компостируемой смеси влияет на поддержание процесса.

Компостируемый субстрат должен иметь сбалансированный состав, особенно для основных элементов С, N, P, K. вообще говоря, для определения качества субстрата используются соотношения основных элементов и, в частности, соотношение С/N. Поскольку субстраты являются единственными источниками питательных веществ для микроорганизмов, в зависимости от их состава микробная активность корректируется на ограничивающие факторы. Слишком высокий С/N указывает на дефицит N по сравнению с избытком С, что приводит к замедлению процесса компостирования, в то время как слишком низкий С/N указывает на избыток N, который может привести к значительным потерям N в результате улетучивания или выщелачивания нитратов. Соотношение С/N между 25 и 35 обеспечивает оптимальное компостирование. Тем не менее, больше, чем общее содержание С и N, именно биохимическая структура молекул влияет на скорость разложения органических веществ. Соединение, богатое сахаром и гемицеллюлозой, будет легко биоразлагаться, в то время как соединение, богатое целлюлозой и лигнином, будет более трудно биоразлагаться, потому что оно состоит из сильно полимеризованных и трудноразлагаемых макромолекул.

Процесс компостирования может контролироваться путем контроля аэрации, перемешивания и полива. Эти факторы должны учитываться одновременно, ведь генерация метаболического тепла, температура, вентиляция и влажность-это четыре взаимосвязанных фактора в процессе компостирования.

Аэробное компостирование требует хорошей оксигенации, особенно при запуске процесса. Компостирование-это непрерывный процесс, если аэрация в смеси не поддерживается, кислород может стать ограничивающим фактором. Это связано с тем, что средняя концентрация кислорода в смеси менее 15% приводит к преобладанию анаэробных микробных популяций по сравнению с аэробными микробными популяциями. В условиях плохой оксигенации появление неприятных запахов связано с наличием в смеси жирных кислот. В зависимости от типа компостирования могут быть применены стратегии аэрации для стимулирования оксигенации и повышения температуры, а также для ограничения выбросов азота. В случае промышленных производственных процессов часто вводится принудительная аэрация, позволяющая

поддерживать оксигенацию на оптимальной скорости (18%) для функционирования микробных популяций, в этих условиях процесс протекает быстрее. При компостировании в куче или валке проникновение кислорода в кучу связано с его размером. Хорошее структурирование компоста в результате первоначального смешивания (например, размер частиц, пористость, устойчивость к уплотнению и влажность) обеспечивает пассивную аэрацию. Переворачивание часто практикуется, чтобы обеспечить обновление воздуха в куче. Кроме того, опрокидывание обеспечивает достаточную аэрацию в куче других функций в окислительной фазе процесса, таких как гомогенизация компостной массы и уменьшение уплотнения субстрата. После опрокидывания микробная активность возобновляется, что приводит к дальнейшему повышению температуры. Когда опрокидывание больше не вызывает повышения температуры, это знаменует конец окислительной фазы.

Активность микробных популяций, которые выполняют компостирование требует минимального содержания влаги или воды, чтобы быть эффективным. Вода играет решающую роль в транспортировке питательных веществ для метаболической и физиологической активности микроорганизмов. Поддержание оптимального значения влажности достигается за счет частых поливов, которые корректируются на протяжении всего процесса, поскольку содержание воды, как правило, увеличивается за счет выделения метаболической воды микроорганизмами и уменьшается в результате одновременного повышения температуры, аэрации и опрокидывания. Оптимальное содержание воды в компосте варьируется в зависимости от используемого субстрата, в среднем это содержание должно составлять 50-60%.

#### *Содержание основных питательных веществ (N, K)*

Содержание питательных веществ в компосте в основном свидетельствует о его удобрительной ценности, однако для различных форм азота существуют более конкретные показатели. Установлен предельный порог 0,4 г. кг<sup>-1</sup> аммония для зрелого компоста. Коэффициент  $\text{NH}_4\text{-N}/\text{NO}_3\text{-N}$  менее 0,16 является показателем зрелости для компостов любого происхождения.

В процессе компостирования или вермикомпостирования важные для растения питательные вещества высвобождаются и превращаются под действием микроорганизмов в формы, которые обычно более растворимы и доступны растению, чем те, которые содержатся в исходных материалах.

#### *Вермикомпостирование: вариант классического компостирования*

Эффект компостирования также может быть достигнут путем ферментативной деградации органических веществ, которые проходят через пищеварительный тракт дождевых червей, это вермикомпостирование. Эта практика обеспечивает экологическое управление, а также компостирование многих видов отходов. С практической точки зрения цель вермикомпостирования заключается в том, чтобы перерабатывать отходы как можно быстрее и эффективнее.

Дождевые черви-макроскопические кольчелиды-олигохеты, их более 8000 описанных видов. В настоящее время для верми технологий используется около пятнадцати видов. Это эпигеальные виды растений. Наиболее часто используемые для вермикомпостирования являются *Eisenia foetida*, *Eudrilus eugeniae* и *Perionyx excavatus*, последний вид признан одним из наиболее эффективных для вермикомпостирования в тропических или субтропических условиях.

Вермикомпостирование начинается на этапе созревания субстрата в случае использования зеленых отходов. В процессе вермикомпостирования дождевые черви поглощают твердые вещества, часть которых перерабатывается в биомассу дождевых червей, а другая часть отбрасывается в виде террикул, которые являются более фрагментированными, более пористыми и более эффективными, чем исходный материал. Однако состав террикул полностью связан с составом исходного материала. Вермикомпостирование как комбинированное действие дождевых червей, микробов, присутствующих в кишечнике дождевых червей и в органических отходах. С точки зрения активности дождевых червей вермикомпостирование происходит в две последовательные или даже наложенные фазы. Определяют первую фазу как физическую модификацию субстрата и изменение микробного состава субстрата за счет действия дождевых червей. За этим следует фаза созревания, отмеченная перемещением дождевых червей между районами осадения террикул и районами неуправляемого субстрата. На этом этапе микроорганизмы продолжают разлагать вещества, перевариваемые дождевыми червями. Зрелый вермикомпост представляет собой террикулы дождевых червей, имеющих консистенцию почвы.

Дождевые черви отвечают за большое потребление углерода для их метаболической потребности в дыхании. При перемещении и проглатывании субстрата эти рытвины вызывают перемешивание субстрата и создание туннелей, что свидетельствует о том, что они проходят через субстрат. Эти приспособления в субстрате увеличивают доступность органических веществ для разлагающих организмов и улучшают циркуляцию воздуха и воды внутри субстрата. Слизь, выделяемая дождевыми червями, вызывает "первичный" эффект в субстрате, что приводит к быстрой минерализации органического вещества. Комбинированное действие дождевых червей и микробных популяций позволяет в случае вермикомпостирования значительно уменьшить обрабатываемую массу и, следовательно, уменьшить общий углерод. Туннели, оставленные прохождением дождевых червей, являются предпочтительными протоками гравитационных потоков жидкостей внутри компостированного субстрата. В результате потери питательных веществ при выщелачивании не являются незначительными. Перенасыщение органического вещества приводит к избытку воды, которая также отводится через туннели дождевых червей и, по-видимому, увеличивает потери при выщелачивании.

Исследования показывают, что вермикомпост является более богатым продуктом, чем традиционный компост, эти исследования основаны на

анализе содержания органического вещества, общего азота и питательных веществ. Активность дождевых червей в сочетании с более сильным разложением органического вещества является причиной больших потерь при выщелачивании азота и калия. Нахождение аналогичного количества азота в компосте и вермикомпосте, более высокие потери калия для вермикомпостов, и нет существенной разницы для фосфора, кальция и магния между компостами и вермикомпостами.

### **3.3 Процесс компостирования в мире**

Компостирование-это естественный процесс, который дает ряд преимуществ: он может быть недорогим; он решает более 50 процентов потока городских отходов; он уменьшает один из крупнейших в мире вкладчиков парниковых газов; он усиливает связанные с этим процессы переработки и сжигания; и он может производить полезный конечный продукт с неограниченным маркетинговым потенциалом. Он просто перерабатывает органический материал обратно в верхний слой почвы, откуда он добывается с помощью типичных сельскохозяйственных методов. Компостирование является краеугольным камнем устойчивого развития, однако оно часто игнорируется в рамках комплексных программ управления твердыми коммунальными отходами. Однако компостирование может быть частью программ твердых бытовых отходов только при условии адекватного признания необходимости и затрат, связанных с надлежащим удалением отходов; нет ничего дешевле, чем не собирать твердые отходы.

Очевидно, что компостирование не является панацеей от сегодняшних досадных проблем обращения с отходами, но оно должно быть важным компонентом большинства комплексных стратегий обращения с муниципальными отходами.

#### *Применимость в развивающихся странах*

Более 50 процентов твердых бытовых отходов среднего города в развивающейся стране можно было бы легко компостировать. Компостирование-это относительно простой процесс; оператор компоста помогает природе идти своим естественным путем. Усилия по оптимизации увеличивают скорость разложения (тем самым снижая затраты), минимизируют неприятный потенциал и способствуют получению чистого и легко реализуемого готового продукта. Компостирование высоко совместимо с другими видами переработки отходов. Отвод органического материала способствует увеличению скорости рекуперации перерабатываемых материалов, в то же время программы утилизации стекла и пластмасс, которые являются распространенными загрязнителями компоста твердых бытовых отходов (ТБО), улучшают качество готового компоста. Разделение бытовых источников вторичной переработки бумаги, металла и стекла уже широко распространено во многих развивающихся странах.

Многие города в развивающихся странах страдают от плохого сбора отходов. В то время как некоторые, более влиятельные жители могут получать

ежедневный сбор отходов, другие, возможно, никогда не будут иметь таких услуг. Ежедневный сбор отходов в богатых районах обычно происходит слишком часто и способствует отсутствию сбора в более бедных районах. В более богатых районах города использование контейнеров и отвод органических отходов для компостирования является хорошим способом быстро улучшить общую систему сбора отходов в городах. Многие города перешли от ненадежного ежедневного сбора к двухнедельному сбору органических отходов и еженедельному сбору неорганических отходов. Вариации этого графика легко адаптируются к индивидуальным особенностям каждого района. Внедрение программ отвода отходов для компостирования дает городу уникальную возможность улучшить свою общую систему сбора отходов.

*Преимущества компостирования:*

- увеличение общего количества отходов от окончательного захоронения, особенно с учетом того, что до 80% потока отходов в странах с низким и средним уровнем дохода компостируется;
- улучшает рециркуляцию и сжигание отходов путем удаления органических веществ из потока отходов;
- производит ценную добавку в почве-неотъемлемую часть устойчивого сельского хозяйства;
- пропагандирует экологически обоснованные методы, такие как сокращение образования метана на полигонах;
- повышает эффективность внесения удобрений;
- может снизить требования к транспортировке отходов;
- гибкость для реализации на различных уровнях, от усилий домашних хозяйств до крупномасштабных централизованных объектов;
- можно начать с очень небольших капитальных и эксплуатационных затрат;
- климат многих развивающихся стран является оптимальным для компостирования;
- устраняет значительные последствия для здоровья, связанные с органическими отходами, такие как снижение уровня лихорадки Денге;
- предоставляет прекрасную возможность улучшить общую программу сбора отходов в городе;
- приспособливается к сезонным колебаниям отходов, таким как листья и растительные остатки;
- может интегрировать существующие неформальные секторы, занимающиеся сбором, разделением и рециркуляцией отходов.

*Ограничения на компостирование*

- недостаточное внимание к требованиям биологического процесса;
- чрезмерное внимание уделяется механизированным процессам, а не трудоемким операциям;
- отсутствие видения и маркетинговых планов для конечного компостного продукта;



- плохое исходное сырье, которое дает некачественный готовый компост, например, загрязнение тяжелыми металлами;
- плохая бухгалтерская практика, которая пренебрегает тем, что экономика компостирования зависит от внешних факторов;
- такие, как снижение эрозии почв, загрязнение воды, изменение климата и предотвращение затрат на утилизацию;
- трудности в обеспечении финансирования, поскольку доходы, получаемые от продажи компоста, редко покрывают затраты на переработку, транспортировку и применение;
- для поддержания программ могут потребоваться "субсидии"; они отражают выгоды, получаемые за пределами местных правительств, и предотвращенные затраты на утилизацию не решаются должным образом;
- разумная забота муниципальных властей о том, чтобы в первую очередь сконцентрироваться на обеспечении адекватного сбора отходов;
- недостаточное подавление патогенов и семян сорняков;
- неприятный потенциал, такой как запахи и крысы;
- плохой маркетинговый опыт;
- слабая интеграция с сельскохозяйственным сообществом;
- извращенные стимулы, такие как субсидии на удобрения или чрезмерный акцент на капиталоемкие проекты;
- земельные требования часто минимальны, но могут быть ограничением.

Несмотря на относительную простоту компостирования, его пригодность для развивающихся стран и его неоспоримые экономические и экологические преимущества, несколько проектов, начатых за последние десятилетия, потерпели неудачу по техническим, финансовым и институциональным причинам. Немногие городские районы смогли успешно эксплуатировать компостирующие установки благодаря сочетанию следующих факторов:

- неподходящая технология;
- некачественные отходы кормового сырья;
- отсутствие образования и профессиональной подготовки операторов;
- механическая поломка;
- плохое обслуживание;
- высокие эксплуатационные расходы;
- наступление неприятного запаха;
- плохие маркетинговые планы для конечного продукта;
- недостаточное внимание к управлению;
- отсутствие сотрудничества со стороны государственных и муниципальных органов власти.

Передача технологии твердых отходов, включая процессы и оборудование, обычно осуществляется из промышленно развитых стран в менее развитые страны. Зачастую эта технология не имеет прямого применения, поскольку она не учитывает должным образом местные факторы,

такие как характеристики отходов, сезонные изменения климата, отсутствие технического образования и профессиональной подготовки, культурное отношение к твердым отходам и статус управления отходами в политических институтах. Предпочтение механизированной технологии компостирования перед трудоемкими процессами обычно неуместно для развивающихся стран.

Отсутствие обученного и образованного персонала для контроля за ежедневными операциями приводит к низкому качеству конечного продукта и частым механическим поломкам. Когда часть оборудования становится неработоспособной из-за неправильного использования или плохого технического обслуживания, это часто слишком дорого и отнимает много времени для покупки и импорта иностранных запасных частей. Многие компостные установки предназначены для переработки высококачественных отходов, состоящих в основном из органического вещества. Часто отходы, поступающие на завод, представляют собой смешанные твердые бытовые отходы, которые требуют больше энергии для переработки, вызывают механические поломки и снижают качество конечного компоста. Отделенные от источника органические отходы являются предпочтительным сырьем, так как загрязнение пластмассами, стеклом, металлами и бытовыми опасными материалами сведено к минимуму. Основным источником тяжелых металлов в ТБО часто являются обычные бытовые продукты: батарейки (ртуть, кадмий, свинец, цинк), кожа (хром), краски (хром, свинец, кадмий), пластмассы (кадмий, свинец, никель), электрические лампочки (свинец), бумага (свинец), бытовая электроника (свинец, кадмий), керамика (свинец, кадмий), косметика (кадмий, цинк) и пыль от подметания. Однако самым большим источником загрязнения в более холодном климате обычно является угольная зола (от домашнего отопления). Муниципалитеты часто уделяют управлению твердыми отходами мало внимания с точки зрения финансовой и институциональной поддержки. Отсутствие координации между компостирующими установками и органами по обращению с твердыми отходами, недостаточные финансовые ресурсы, отсутствие технического руководства и плохие маркетинговые планы являются общими проблемами, с которыми сталкиваются компостирующие предприятия во многих развивающихся странах. Технические проблемы и плохое управление неизменно приводят к росту производственных издержек и, в конечном счете, к финансовым потерям. Например, на компостном заводе, работающем в Дели, наблюдалось увеличение производственных затрат от 384 рупий за тонну в 1983 году до 2091 рупий в 1991 году. Соответствующее увеличение отпускной цены компоста было лишь незначительным из-за низкого спроса на продукцию.

#### *Компостирование квартир в Индии*

В Патне, Индия, население составляет около одного миллиона человек, и здесь нет ни одного места для сбора компоста или санитарных свалок. В среднем семья из трех человек производит 2,1 кг пищевых отходов в неделю. Компостирование заднего двора используется некоторыми домохозяйствами,

но это не вариант для тех, кто живет в квартирах. Был разработан метод компостирования для использования жителями квартир своих балконов и подоконников. Излишки воды сливают из органических отходов и помещают в глиняные горшки. К равному количеству отходов добавляется почва, дополненная подметанием полов и сухим мхом с крыш. Компост созревает через 3-4 месяца и используется непосредственно для посадки без дополнительных добавок химических удобрений. Успешно выращиваются цветы, декоративные растения, шпинат и помидоры выращиваются в компосте.

#### *Компостирование в Каире, Египет*

Поселения безземельных семейных групп, известных как Заббалин, расположенные на окраинах Каира, полагаются на сбор и сортировку городских твердых отходов в качестве источника дохода. Макаттам-самое большое из Заббалинских поселений с населением в семнадцать тысяч человек. В начале 1980-х годов на бывшем карьере в поселке Макаттам началась операция по компостированию местного населения компостного мусора, из которого были удалены вторсырье, и свиной навоз из зерибаса.

Лардинуа и Ван дер Клуандерт отметили, что отходы сбрасываются механическим фронтальным погрузчиком через решетку на конвейерную ленту, которая передает органический материал в бункер и, наконец, во вращающийся цилиндрический барабан, где материал просеивается. Время компостирования колеблется от шести до пятнадцати дней, так как отходы уже подверглись частичному разложению. Механические детали для завода можно приобрести в Египте, но некоторые электрические детали приходится импортировать.

Конечный компост продается местным фермерам для улучшения качества существующих сельскохозяйственных почв. Несмотря на то, что общее качество компоста кажется хорошим, в конечном продукте наблюдаются небольшие кусочки стекла и пластика, а также значительное количество тяжелых металлов. По данным SEEDS (Национального банка экономического и социального развития), общий объем произведенного и проданного компоста в кубометре неуклонно растет с 1988 года. Полученная прибыль покрывает эксплуатационные расходы завода и поддерживает персонал Ассоциации по охране окружающей среды (АОКС), который курирует компоненты социального развития проекта (функциональная грамотность, здравоохранение и инициативы по получению дохода). Общинный компост в Джакарте, Индонезия, район в Восточной Джакарте, решил реализовать программу общинного компостирования, чтобы должным образом утилизировать бытовые отходы, сбрасываемые в реку Пинанг. Беспорядочные свалки засорили реку и канал и вызвали наводнения во время сезона дождей. Финансовая помощь Программы развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) и правительства Новой Зеландии помогла общине создать свой собственный компостный бизнес в 1992 году. Завод был построен из переработанного металлолома, в настоящее время на нем работает 12 человек, а также производится 3 тонны компоста в месяц. Контроль за

компостным бизнесом расширяет возможности общины и удовлетворяет ее специфические социальные и экологические потребности.

Проект по компостированию общины Ватам был начат в 1990 году при поддержке индонезийского центра политических и имплементационных исследований (ИПЦ) и местного муниципалитета. Проект расположен на бесплатной арендной площадке рядом с муниципальной трансферной станцией, которая обслуживает 3000 семей, парк и рынок. Объект состоит из цементной площадки, построенной для валков, отверждения, экранирования и хранения; укрытия на крыше для защиты процесса от дождя; и ограждающих стен высотой в четыре фута. За год до начала операции менеджеры были обучены и обучены технологии компостирования, экологическому контролю, вопросам здравоохранения и управлению бизнесом. Рабочие также прошли 3-месячную программу обучения по процессу компостирования и связанным с ним рискам для здоровья. Компост, произведенный заводом "Ватам", был продан в сеть питомников, торгующих растениями и удобрениями для семей со средним и высоким доходом, а также на поле для гольфа для озеленения. Проект потерял своего дистрибьютора и теперь работает на полную мощность, потому что он не может продать компост.

#### **4. Экспериментальная часть и результаты исследования**

##### **4.1 Описание прибора. Характеристика спектрофотометра DR 2800**

Спектрофотометр лабораторный DR 2800 предназначен для измерения массовой концентрации растворенных в воде ионов и других компонентов при анализе питьевых, природных, сточных и технологических вод.

Область применения: экологический контроль, санитарно-промышленный контроль, технологический контроль в производстве.

Принцип действия спектрофотометров основан на измерении коэффициентов пропускания (или оптической плотности) исследуемых растворов и определении концентрации ионов и растворенных компонентов с помощью градуировочных характеристик. Цветные реакции при измерениях осуществляются с помощью реактивов в виде фиксаналов, прилагаемых к спектрофотометрам, согласно методик выполнения измерений

Спектрофотометр представляет собой настольный лабораторный прибор с микропроцессорным управлением и цифровым отображением результатов измерений на дисплее. Компактный спектрофотометр DR 2800 имеет возможность работы от аккумулятора, что позволяет применять его в полевых условиях.

Оптические схемы спектрофотометров выполнены по однолучевой схеме. Конструктивно спектрофотометр состоит из: камеры с источником света, монохроматора, кюветного отделения, кремниевого фотодиода и малошумящего и высокостабильного усилителя. В качестве источника излучения используется вольфрамовая лампа (для видимой области) и дейтериевая лампа (для ультрафиолетовой области). В монохроматоре

диспергирующим элементом является дифракционная решетка (1200 штрихов/мм). Кюветное отделение имеет модуль на одну кювету, модули карусельного типа, для анализа в проточном режиме и малого объема. На цифровом дисплее спектрофотометра результаты измерений могут отображаться в виде коэффициентов пропускания, оптической плотности или в единицах концентрации. В память приборов заложено свыше 200 заводских градуировочных характеристик. Кроме того, имеется возможность введения дополнительно до 50 градуировочных параметров. Кюветное отделение спектрофотометров универсальное и позволяет устанавливать, как цилиндрические, так и прямоугольные кюветы, а также проточные кюветы.

#### 4.2 Погрешность данного прибора

Программное обеспечение позволяет производить настройку спектрофотометра, загрузку и редактирование градуировочных характеристик, выбирать режимы измерений (концентрация, процент пропускания, поглощение, сканирование спектров, кинетический анализ). Спектрометры имеют разъемы USB для подключения внешних устройств хранения информации, клавиатуры, персонального компьютера и принтера.

Таблица 4.1- Основные технические характеристики спектрофотометра DR 2800

Технические характеристики:	
Режимы измерения	Поглощение ( $\pm 3A$ ), Пропускание (%), Концентрация, Кинетический анализ
Спектральный диапазон	340-900 нм (вольфрамовая лампа)
Ширина спектральной линии	менее 8 нм
Разрешение длины волны	1 нм
Погрешность установки длины волны	$\pm 1.5$ нм
Калибровка длины волны	Автоматическая при включении
Фотометрический диапазон	$\pm 3 A$

Продолжение таблицы 4.1

Фотометрическая погрешность	$\pm 0.005A$ или 1%
Фотометрическая линейность	0.5% (<2A)
Светорассеяние	<0.1%T при 340 нм
Технология луча сравнения (RBT)	Для компенсации эффекта старения лампы и флуктуации питания
Встроенный сканер штрих-кодов (IBR)	Для автоматического распознавания кювет-тестов LANGE и 10-кратного измерения при вращении
Кюветы	13-мм паз для кювет LANGE с системой IBR, кювет держатель для 10-мм, 50-мм и 1- "прямоугольных и 1-" круглых кювет
Дисплей	Сенсорный ЖК дисплей (320x240 точек) с подсветкой
Память	До 500 результатов измерений, 50 пользовательских методик, более 200 фирменных методик HACH и LANGE
Внешние порты	USB-порт для ПК, принтера, USB флэш-диска, опция: программа для передачи данных на ПК
Класс защиты	IP41
Питание	100-120В; 200-240В; 50/60Гц
Аккумулятор (опция)	Литиевая батарея, до 40 часов автономной работы
Окружающие условия	10-40°C, 0-90% отн. влажности
Габариты (ШxВxГ)	22x13.7x33.2 см
Вес	4 кг (без батареи)

Спектрофотометр HACH LANGE – это уникальная современная модель прибора, которая разработана специально для анализа воды. Она позволяет работать как с технологической, так и с питьевой или сточной водой.

Спектрофотометр DR 2800 — это спектрофотометр VIS, работающий в диапазоне длин волн от 340 до 900 нм. Прибор поставляется с полным набором приложений и многоязыковой поддержкой.

Революционное сочетание новейших оптических и электронных элементов гарантирует получение максимально точных сведений. Более того, прибор отличается влагонепроницаемой конструкцией и удобным управлением, позволяющим быстро и продуктивно проводить исследования. Сенсорный экран DR2800 обладает прекрасно структурированным русскоязычным меню, так что Вам даже не придется обращаться к инструкции.



Рисунок 4.1 – Спектрофотометр DR 2800

Спектрофотометр DR2800 обладает целым рядом неоспоримых преимуществ.

Прибор способен автоматически распознавать и загружать нужный метод анализа. А 10-кратное измерение вращающейся кюветы исключает случайные выбросы и гарантирует превосходную продуктивность.

При необходимости передать результаты исследований, можно воспользоваться USB флэш-картой или подключить DR2800 напрямую к ПК.

Прибор позволяет анализировать как следовые количества (мкг/л), так и высокие концентрации (г/л).

У спектрофотометра DR 2800 имеются следующие режимы работы с приложениями: "Методики в памяти" (предустановленные программы исследования), "Методики со штрих-кодом", "Методы пользователя", "Избранные методики", "Одноволновой режим", "Многоволновой режим", а также "Режим кинетического анализа".

Спектрофотометр DR 2800 отображает результаты измерений в виде цифровых показаний непосредственно в единицах концентрации, а также в единицах оптической плотности или в виде процентного значения коэффициента пропускания.

При выборе заданного пользователем или запрограммированного метода ход исследования контролируется с помощью экранного меню и подсказок.

Данная система меню также может быть использована для создания отчетов, статистического анализа полученных калибровочных графиков, а также для составления сводок результатов диагностических проверок прибора.

Спектрофотометр DR 2800 поставляется в следующей комплектации:

- Спектрофотометр DR 2800;
- Подключаемый блок питания с 4 адаптерами для Европы, Великобритании, США и Австралии/Китая;
- Пылезащитный чехол;
- 3 разных адаптера для кювет (А, В и С);
- Светозащитный экран — входит в стандартную конфигурацию DR 2800;
- Защитный кожух;
- Краткое руководство по приемам работы;

Для обеспечения надлежащей работы прибора и получения точных результатов необходимы следующие условия:

- Прибор должен находиться в устойчивом положении на ровной поверхности. Недопустимо подкладывать какие-либо предметы под прибор.

- Для нормальной работы прибора температуру окружающего воздуха следует поддерживать в пределах от 10 до 40 °С (от 50 до 104 °F).

- Относительная влажность воздуха должна быть ниже 80%; конденсация влаги на приборе недопустима.

- Необходимо оставить как минимум 15 см (6 дюймов) свободного пространства над прибором и вокруг него для обеспечения циркуляции воздуха во избежание перегрева его электрических компонентов.

- Недопустима эксплуатация, а также хранение прибора в излишне запыленной среде, а также в местах с повышенной влажностью.

- Поверхность прибора, кюветное отделение, а также все дополнительные принадлежности должны всегда содержаться в чистоте. Следы разбрызганных или пролитых на прибор или внутрь прибора жидкостей следует немедленно удалять.

#### *Подключение к источнику питания*

Необходимо использовать только внешний источник питания LZV798, который входит в комплект.

Подсоедините нужную вилку к штатному внешнему блоку питания (рисунок 1) вставив ее в блок питания до щелчка. При правильном подключении вилка вставлена в блок питания таким образом, что они располагаются на одной линии.

Подсоедините шнур внешнего блока питания к разъему на задней панели прибора, затем вставьте блок питания в сетевую розетку (100–240 В~ / 50–60 Гц). Чтобы включить питание прибора, нажмите выключатель на задней панели.

#### *Присоединение*

Стандартно DR 2800 оснащен двумя USB интерфейсами, расположенными на задней панели прибора (рисунок 4.2).

USB-интерфейс типа А предназначен для обмена данными с принтером, картой памяти USB, сканером штриховых кодов или клавиатурой. USB-флеш диск используется для обновления ПО прибора.



USB-интерфейс типа В предназначен для обмена данными с ПК. Для этой цели на ПК должно быть установлено дополнительное ПО Nach Data Trans.

Для подсоединения нескольких периферийных устройств одновременно может быть использован концентратор USB. Длина кабелей USB не должна превышать 3 метров (10 футов).

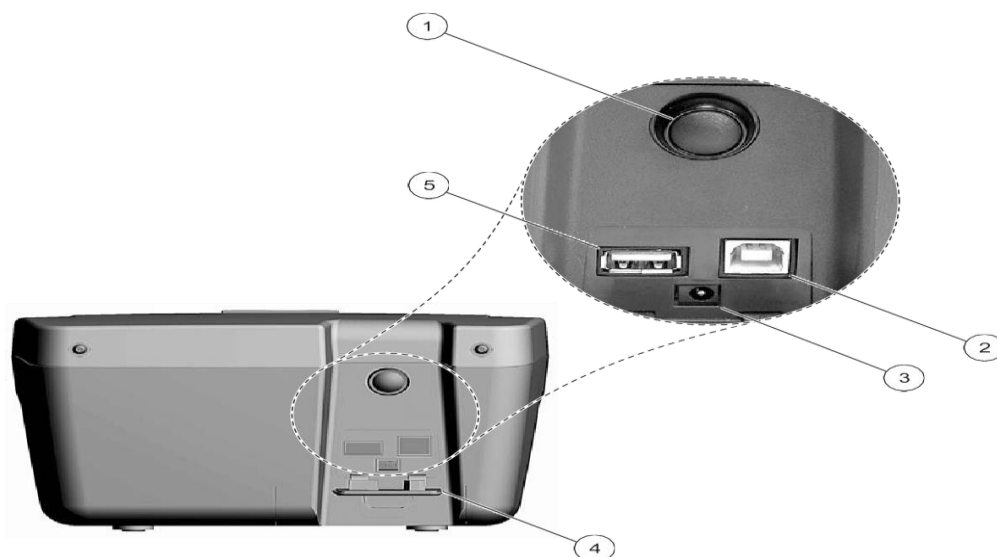


Рисунок 4.2 – Интерфейсы

Эти USB-интерфейсы позволяют выводить текстовые и графические данные на принтер и ПК, а также обновлять ПО прибора.

### 4.3 Описание эксперимента

Опыты закладывались в лабораторных условиях при оптимальной температуре культивирования и непрерывной переработке 22-28°C, оптимальной влажности субстрата 70-80%, близкой содержанию воды в теле червя, оптимальной кислотности субстрата нейтральной (pH = 7,0).

Для выращивания червей используются 11-литровые пластиковые контейнеры. Субстратом для червей служат специальные насыщенные органическими соединениями отходы, прошедшие процесс ферментации. Все компоненты должны быть в среднеизмельченном виде. Время и скорость переработки зависят от измельченности корма, приспособленности к определенным кормам и адаптации.



Рисунок 4.4 – Калифорнийские и дождевые черви слева направо

Черви потребляют практически все органические отходы, уменьшая объем примерно на 50%, тем самым повышая удобрительную ценность (рисунок 4.4). В искусственных условиях в виде субстрата и корма для червей используются смеси органических отходов в зависимости от изучаемого варианта. Необходимо включать в состав корма клетчатку (25-28%) и минеральные вещества (глину, мел и др.), так как при их отсутствии затрудняется пищеварение червей. Большое количество энергии червям дает целлюлоза, поэтому можно включить в состав корма солому, сено - все это необходимо для быстрого роста червей. Навоз используется в полупревшем виде (рисунок 4.5). У каждого корма есть свои особенности подготовки, подачи, время переработки, а также выход биогумуса, отличающегося по качеству и насыщенности нужными элементами.

Следующий этап - отделение червей от биогумуса. Существует несколько приемов. В лаборатории биотехнологии утилизации отходов применяется природный метод: заполненные ящики, подготовленные для пересадки, передаются в отдел пересадки, где на ящик с червями сверху ставится новый ящик со свежим кормом, и черви, чувствуя запах корма, переползают в верхние ящики с сетчатым дном. Также существует ручной метод. Ящик необходимо готовить заранее, на дне ящика должен быть дренажный слой в виде гальки, соломы или веток, поверх дренажа кладут кормовой субстрат и обильно поливают водой.



Рисунок 4.5 – Пластиковый контейнер с навозом

После отделения червей еще 2-3 дня биогумус сушится, одновременно происходит процесс гумификации, после чего биогумус просеивается. Ежемесячно необходимо подсчитывать численность червей и определять их биомассу.

Для пересадки в качестве грунта используется подстилочный навоз. На четверть ящик заполняется подстилочным навозом, сверху вносится маточная культура червей с гумусом из расчета 11 шт. червей и 250 г гумуса на 1 ящик. В течение первых 7-10 дней черви осваивают новую среду, в этот период червей кормить нежелательно, однако необходим обильный полив (влажность 70-80%) (рисунок 4.6). В продолжение всего срока культивирования проводится регулярное кормление 1-2 раза в неделю по составленному графику, согласно особенностям закладки опыта.



Рисунок 4.6 – Пищевые отходы

Проводится определение дисперсности и сравнительный анализ выхода биогумуса при использовании местных и красных калифорнийских червей.

#### **4.4 Результаты исследований**

Результаты исследований показали, что разработаны новые, адаптированные к условиям Алматинской области технологии утилизации отходов и получение сбалансированного по составу органического удобрения «Биогумус», выдержавшего все испытания экологически чистое органическое удобрение, предназначенное для воспроизводства плодородия земель и увеличения урожайности сельскохозяйственных культур.

Биогумус представляет собой рассыпчатую почвообразную массу, похожую на чернозем. Он содержит большое количество (до 32% на сухой вес) гуминовых кислот, фульвокислот и гуминов, это придает органическому удобрению высокие агрохимические и ростостимулирующие свойства. Все питательные вещества находятся в сбалансированном сочетании в виде биодоступных для растений соединений. По сравнению с другими органическими удобрениями в нем гораздо больше подвижных элементов питания, например, калия - в 9 раз, фосфора - в 7 раз, кальция и магния - в 2 раза. Полезные вещества при внесении в почву не теряются, не переходят в другие недоступные формы, медленно растворяются в почвенной влаге и длительное время обеспечивают корневую систему растений. В итоге переработки органических отходов компостными червями получается вторичный продукт - биогумус, необходимый ввиду проблемы дегумификации почв как восстановитель плодородия, а также как почвенный раствор, который является экономически выгодным удобрением-подкормкой для декоративных растений.

Изучение конечных продуктов (биогумус и раствор биогумуса) проводилось в лаборатории утилизации и переработки отходов и производства биогумуса. В вермикультивировании использовались красных калифорнийских червей («красный гибрид»), а также местных дождевых червей. Кормовой субстрат - различные смеси: навоз, пищевые отходы, комплексные субстраты, а также солома.

Несмотря на то, что объем рынка биогумуса достаточно мал, он имеет значительные перспективы развития в Казахстане, так как собственно созданием рынка этой продукции никто не занимался. Производство биогумуса экологически безопасно.

Основные преимущества вермикомпостирования: переработка органических отходов может осуществляться прямо на месте их получения; отсутствие потерь питательных веществ; отсутствие запахов при утилизации отходов; не требуется добавление в отходы разрыхляющих компонентов.

Несмотря на то, что технология вермикомпостирования обладает большим коммерческим потенциалом, ее развитие сдерживают следующие факторы: проблемы со сбытом готовой продукции (стоимость биогумуса дороже химических добавок); неинформированность населения о свойствах биогумуса; отсутствие государственной поддержки; спекуляция в сфере реализации готовой продукции; невозможность экспорта биогумуса из-за высоких капитальных затрат.

При внесении пищевых отходов 200 г/кг отмечена положительная динамика общей численности дождевого и калифорнийского червя. Лучшие показатели отмечены у дождевого червя, численность которого увеличилась в 15 раз. Численность калифорнийского червя увеличилась в 5 раз (Приложение А). Средние значения продуктивности дождевого и калифорнийского червя составили 4,0 кокона на одного половозрелого червя ( $p < 0,001$ ) (Рисунок 4.7). В ходе эксперимента отмечено снижение численности половозрелых

дождевых червей в 1,2 раза, а численность половозрелых калифорнийских червей оставалась неизменной.

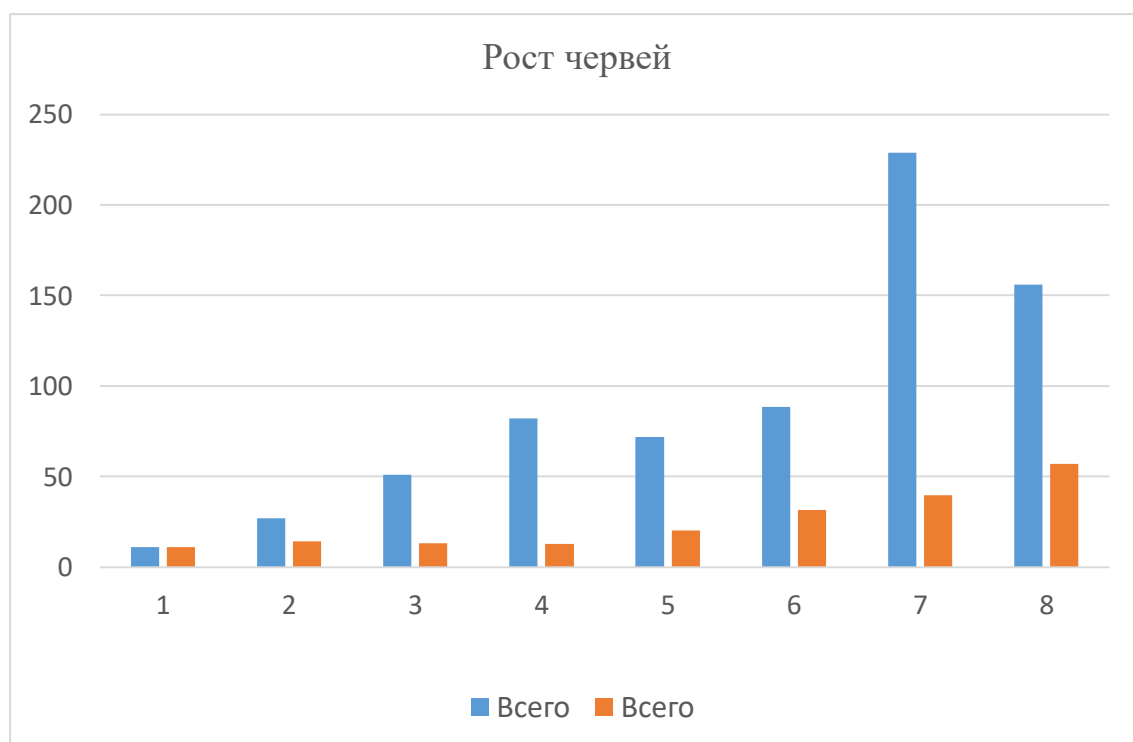


Рисунок 4.7- Диаграмма роста червей

Динамика численности дождевого червя (*Lumbricina*), калифорнийского червя (*E. andrei*) при разложении бытовых и промышленных отходов.

Дождевой червь (*Lumbricina*) более устойчив к загрязнению почвы промышленными и бытовыми отходами. Для разложения пищевых отходов более подходит калифорнийский червь (*E. andrei*).

В вермикюльтивировании использовались красных калифорнийских червей («красный гибрид»), а также местных дождевых червей. Кормовой субстрат - различные смеси: навоз, пищевые отходы, комплексные субстраты, а также солома.

Красные калифорнийские черви при одних и тех же условиях переработки субстрата формируют гумуса на 1,99% больше при просеивании 1 мм, на 2,11% - 2 мм и 0,91% - при более 2 мм просеивания. В среднем калифорнийские черви формируют на 1,7% больше гумуса по сравнению с местными червями (таблице 5.1).

На выход гумуса оказывает существенное влияние степень дисперсности. В среднем выход гумуса при 1 и 2 мм просеивания на 0,12% больше в пользу красных калифорнийских червей. Следовательно, местные черви формируют гумус несколько лучше по фракционному составу.

Установлено, что местные черви более адаптированы к температурному режиму, особенно понижению температуры, чем калифорнийские черви. Оптимальная температура культивирования при непрерывной переработке для

Таблица 4.1 - Содержание гумуса и доступных элементов питания в биогумусе в зависимости от вида червей и размера просеивания

Вид компостных червей	Размер просеивания, мм	Содержание гумуса, %	Доступные формы, мг/кг		
			N	P2O5	K2O
Местные черви	1	13,92	86,8	720	3600
	2	11,49			
	более 2	11,6			
Красные калифорнийские черви	1	15,91	100,8	750	3500
	2	13,6			
	более 2	12,51			

калифорнийских червей составляет 22-28°C, а для местных червей - 17-22°C. Причем калифорнийские черви хорошо развиваются при температуре 24-28°C, а местные - при температуре 30-32°C. Значит, местные черви более приспособлены к континентальному климату Алматинской области.

Таким образом, применение популяции местных червей для утилизации отходов растительного происхождения в условиях Алматинской области при искусственной переработке отходов более целесообразно и малозатратно, хотя выход гумуса с единицы на 1,7% ниже, чем у калифорнийских червей. В отношении устойчивости к механическому воздействию или фракционного состава местные черви лучше. На втором месте субстрат на основе конского навоза, а затем по убывающей следует ряд: комплексная смесь, навоз КРС и куриный помет. Необходимо отметить, что навоз МРС очень хорошо влияет на размножение червей и состав гумуса.

По общепринятым нормам лучшим по качеству биогумуса является конский навоз. Однако, по нашим данным, по содержанию доступных элементов питания биогумус, вырабатываемый от навоза МРС, содержит на 23,8 мг/кг азота, 35 мг/кг фосфора, 650 мг/кг калия больше по сравнению биогумусом, подготовленным из навоза КРС, куриного, конского навоза и комплексного корма. По валовому содержанию элементов питания также отличаются конский навоз и навоз МРС, содержание кальция и фосфора в них больше.

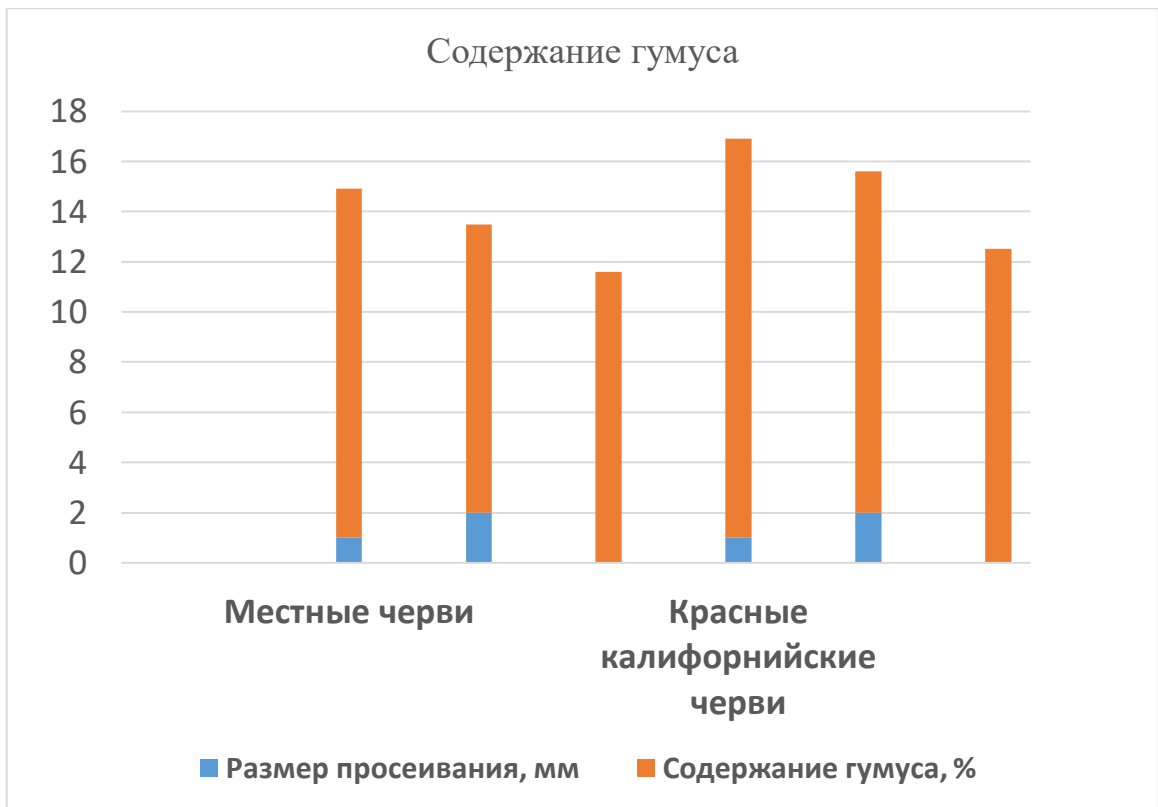


Рисунок 4.8 – Диаграмма содержания гумуса

Согласно результатам исследований, разработанные новые, адаптированные к условиям Алматинской области технологии утилизации отходов с помощью местных дождевых и красных калифорнийских червей позволяют получить органическое удобрение «Биогумус» с содержанием гумуса 12-17%.

Выход биогумуса зависит от вида корма для червей. Калифорнийские черви формируют на 1,7% больше гумуса по сравнению с местными червями.



## Заключение

Твердые отходы - это одна из важных проблем для окружающей среды. Неадекватное управление отходами приводит к изменению экосистем, включая загрязнение воздуха, воды и почвы, поэтому оно представляет реальную угрозу для здоровья человека. Некоторые исследования показали, что местное население вблизи объектов ТБО имеет низкий вес при рождении, врожденные аномалии и несколько видов рака. Растущее образование твердых отходов ложится бременем на высокие расходы муниципального бюджета. Рост численности населения, быстрая урбанизация, бурно развивающаяся экономика и повышение уровня жизни значительно ускорили темпы, объем и качество образования твердых бытовых отходов. Биодegradация ТБО в соответствии со временем является важным фактором, определяющим количество перерабатываемого материала, особенно его органическое содержание. ТБО производимые в развивающихся странах продукты имеют высокую степень гетерогенности по своей природе.

Неадекватная практика сбора, сортировки, переноса и/или транспортировки твердых отходов в бункерах оказывает большое влияние на их характеристики. Утилизация отходов пластмасс - это одна из основных глобальных экологических проблем. Поскольку пластмассы по своей сути являются углеводородами, их теплотворная способность колеблется в диапазоне от 30 до 40 МДж/кг. Таким образом, они могут быть сожжены или сожжены в муниципальных или других специализированных отходах с выработкой электроэнергии и тепла.

Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций (ООН) определяет компостирование как «естественный процесс деградации или разложения органических веществ, таких как растительные остатки, животные отходы, пищевые остатки, некоторые городские отходы и соответствующие промышленные отходы, микроорганизмами в четко определенных условиях. После завершения процесса компоста компост, важный источник органического вещества (ОВ), может быть применен к почвам. ОВ почвы играет важную роль в устойчивости плодородия, и, следовательно, для устойчивого сельскохозяйственного производства».

Компостирование практиковалось с далеких египетских, римских и дальневосточных цивилизаций, компосту приписывали питательную роль для сельскохозяйственных растений и почв.

Ранее компостируют главным образом растительные и навозные отходы животных. Компостирование практиковалось в небольших масштабах, каждый компостирует дома. Модернизация компаний привела к значительным изменениям в объемах отходов, подлежащих обработке. Таким образом, воздействие на окружающую среду, связанное с обращением с отходами, стало одной из приоритетных задач как на глобальном, так и на национальном уровнях. Таким образом, компостирование приобретает новое измерение: услугу, оказываемую обществу, которая позволяет отвлечь часть

органических отходов, первоначально направленную на хранение или сжигание, на биологическую рекуперацию. Хотя существуют и другие биологические решения, такие как метанизация или распространение, компостирование играет важную роль в стратегиях управления отходами.

С появлением сельского хозяйства органические "отходы" используются для удобрения сельскохозяйственных земель. Рост агропромышленности, интенсификация сельского хозяйства и высокий рост населения способствовали расширению группы компостируемых отходов, например, агропромышленных отходов и отходов животноводства (ОЖ) из промышленных цехов, которые являются сложными для обработки по своему характеру, а также городских и бытовых отходов, требующих значительных усилий по сортировке у источника. В настоящее время ужесточение правил, касающихся прямого распределения отходов и новых потоков отходов, делает применение старых сельскохозяйственных обычаев более жестким. Эти новые потоки отходов вызывают сомнения, поскольку наличие токсичных и нежелательных материалов в некоторых из них делает важнейшими санитарные аспекты, связанные с компостированием. Значительные технические достижения, связанные с процедурами компостирования, гарантируют получение здоровых, не вредных компостов, а также улучшение размеров компостных установок. В случае присутствия нежелательных частиц в отходах, подлежащих компостированию, существует определенная практика, позволяющая оптимизировать их уничтожение или уменьшить их количество. Например, навоз животных, который богат питательными веществами и может содержать патогенные микроорганизмы или семена сорняков, подвергается специальным процедурам компостирования, включая гигиенизацию путем повышения температуры.

Таким образом, название «компост» в настоящее время соответствует разнообразным органическим веществам, что приводит к изменению существующих санитарных и экологических правил и хранилищ качества и безопасности компоста во многих странах. Помимо нормативных и санитарных аспектов, связанных с компостированием, одной из основных целей по-прежнему является получение компоста, отвечающего стандартам применения и обладающего удовлетворительной мощностью подачи ОВ и питательных веществ. Устойчивость деятельности по рециркуляции органических отходов зависит от обеспечения возможностей для производства компоста, качество которого является определяющим фактором, отвечающим ожиданиям работников сельского хозяйства.

В дополнение к органическому веществу чрезвычайно важно расширить использование органических удобрений, таких как биогумус, особенно для сельскохозяйственных земель с дефицитом цинка и бора. Важно знать, что биогумус дает большие преимущества, а также является регулятором почвы с точки зрения макро и микро полезных элементов.

## **Перечень условных обозначений и сокращений**

ТБО - твердо-бытовые отходы;

ОВ – органические вещества;

ОЖ – отходы животноводчества;

ООН - организация объединенных наций

АО – акционерное общество;

ПГ – парниковые газы;

ПДК – предельно-допустимые концентрации;

## Список литературы

1. <https://www.envirotech-online.com/news/air-monitoring/6/breaking-news/what-is-environmental-monitoring/31597>
2. <https://www.thewisdompost.com/essay/waste-management-essay/3294>
3. Д. Хан, А. Кумар, С.Р. Самаддер, Управления отходами, 2016
4. Обустройство полигона твёрдых бытовых отходов: методические указания для выполнения курсового проекта по дисциплине «управление отходами» / сост. А.С. Новосёлов. – Вологда, ВоГТУ, 2013. – 48 с.
5. С.Л. Максимова. Методические рекомендации по технологии переработки органических отходов при помощи дождевых навозных червей и применению вермикомпоста, Минск, 2016
6. Технология вермикультуры: вариант для органической переработки
7. <http://ecology-of.ru/otkhody/klassifikatsiya-vidov-tverdykh-bytovykh-otkhodov>
8. А.С. Новосёлов. Обустройство полигона твёрдых бытовых отходов: методические указания для выполнения курсового проекта по дисциплине «управление отходами». – Вологда, ВоГТУ, 2013. – 48 с
9. <https://www.advantour.com/rus/kazakhstan/almaty/general.html>
10. <http://waste-nn.ru/tehnologiya-zahoroneniya-tbo/>
11. А.С. Новосёлов. Управление отходами: методические указания к выполнению практических работ – Вологда: ВОГТУ, 2010. – 48 с.
12. <http://ztbo.ru/o-tbo/stati/obshie/utilizaciya-musora-v-mire>
13. <https://ecologynow.ru/knowledge/ekologia-goroda/osobennosti-sbora-i-pererabotki-musora-v-raznyh-stranah-mira>
14. А.С. Новоселов, Утилизация и переработка твёрдых бытовых отходов: учебное пособие
15. О.Е. Медведева, Методические рекомендации по осуществлению эколого-экономической оценки эффективности проектов намечаемой хозяйственной деятельности, – М., 1999.
16. П. С. Клинков, В. Г. Беляев, М. В. Однолько, П. В. Соколов, И.В. Макеев, – Тамбов: Изд-во Фгбоу Впо «ТГТУ», 2015. – 100 экз. – 188 с.
17. <http://www.tartyp.kz/info/o-kompanii.html>

**Динамика роста червей**

Пищевые отходы 200г/кг										
Дата	Коконь	Коконь	Маленькие	Маленькие	Большие	Большие	Половозрелые	Половозрелые	Всего	Всего
	Lumbricina	E. andrei	Lumbricina	E. andrei	Lumbricina	E. andrei	Lumbricina	E. andrei	Lumbricina	E. andrei
20.02.19	0	0	0	0	0	0	11	11	11	11
1.03.19	15	3,33	0	0	0	0	10,33	11	27,06	14,33
15.03.19	17,66	1,666	5,333	1,33	0	0	9	10	51,05	13
30.03.19	24	2,333	11,66	0,33	3	0,666	7,66	9,333	82,12	12,66
15.04.19	25,66	6,666	5,333	1,333	1,33	3,666	9	8,666	71,93	20,33
1.05.19	28	19	11,66	3,666	4,666	0,333	7,66	8,666	88,37	31,66
15.05.19	38,66	23	69	4,666	19,66	3,333	7,33	8,666	228,77	39,66