

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(**Н И У « Б е л Г У »**)

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

Кафедра микробиологии и биотехнологии

ВЛИЯНИЕ СЫРЬЯ БИОГАЗОВОЙ СТАНЦИИ НА ВЫХОД БИОГАЗА

Магистерская диссертация студента
очной формы обучения
направления подготовки 06.04.01 Микробиология
2 курса группы 07001643
Головиной Евгении Валериевны

Научный руководитель
доктор биологических наук,
заведующая кафедры
биотехнологии и микробиологии
Батлуцкая И.В.
Рецензент
Начальник лабораторной
биогазовой установки
ООО «АльтЭнерго»
Охримчук Д.П.

БЕЛГОРОД

2018

	2
ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....	5
1.1. История открытия биогаза.....	5
1.2. Свойства биогаза.....	6
1.3. Сырье для получения биогаза.....	9
1.4. Особенности установки по производству биогаза.....	12
1.5. Факторы, влияющие на процесс получения биогаза.....	13
1.6. Характеристики процесса получения биогаза.....	15
1.7. Стадия гидролиза при получении биогаза.....	17
1.7.1. Гидролиз белков.....	19
1.7.2. Гидролиз жиров.....	20
1.8. Субстрат для стадии гидролиза при производстве биогаза.....	21
1.9. Технологические параметры, необходимые для производства биогаза.....	22
1.10. Биогаз как сырье для получения биоводорода.....	25
1.11. Классификация биогазовых установок.....	28
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	33
2.1. Объект исследования.....	33
2.2. Методы исследования.....	34
2.2.1. Метод прямого посева на твердые питательные среды (метод Коха).....	35
2.2.2. Метод микроскопического изучения морфологии микроорганизмов.....	36
2.2.3. Метод выделения чистой культуры микроорганизмов.....	36
2.2.4. Метод окраски бактерий по Граму.....	38
2.2.5. Метод статистической обработки результатов.....	39
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	42
3.1. Общая численность микроорганизмов, выросших на различных питательных средах.....	42

3.1.1. Анализ пробы №1.....	43
3.1.2. Анализ пробы №2.....	45
3.2. Микроскопическое исследование микрофлоры субстрата для стадии гидролиза при получении биогаза.....	46
3.2.1. Окраска бактерий по Граму.....	48
3.2.2. Посев микроорганизмов методом истощающего штриха.....	53
3.3. Статистическая обработка цифровых данных методом дисперсионного анализа.....	56
3.4. Размер микроорганизмов.....	61
3.4.1. Размер микроорганизмов пробы №1.....	62
3.4.2. Размер микроорганизмов пробы №2.....	64
3.5. Выход биогаза.....	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ.....	67
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	69
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	75
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	77

ВВЕДЕНИЕ

Технический прогресс в развитии современного производства связан с поиском надежных, альтернативных, экологически чистых, возобновляемых источников энергии и создания энергосберегающих технологий. В настоящее время достижения микробиологии многообещающие во многих отраслях экономики РФ: в промышленности, в экологии, медицине, сельском хозяйстве и в энергетике. В частности, в энергетической отрасли используются новые источники биоэнергии, полученные на основе микробиологического преобразования веществ, извлечение из биомассы биогаза. Развитие микробиологии может значительно изменить промышленное и сельскохозяйственное производство, повысить эффективность использования природных ресурсов, решить экологические проблемы, в полной мере использовать новые альтернативные источники энергии. Возрастающий дефицит ископаемого топлива выделяет острую проблему создания и внедрения технологий, связанных с использованием возобновляемых источников энергии и биосистемам. Для этих целей используют растения и фототрофные микроорганизмы, которые с высокой эффективностью превращают солнечную энергию в энергию химических связей. Однако проблемы промышленного использования альтернативных источников энергии, о чем свидетельствует анализ библиографических данных, касаются переработки отходов животноводства.

Мировая практика переработки органических отходов, с целью получения биогаза ориентирована на переработку растительного сырья. Функциональная экономика РФ находится в других реалиях и ставит задачи по утилизации всех видов отходов. В этой связи наиболее сложные отходы животноводства, поскольку растения это продуценты и их органические вещества это продукты так называемой первой ступени органического синтеза.

Животные включают растительные органические вещества в свой метаболизм. Поэтому в результате жизнедеятельности животных получаются очень сложные органические соединения. Но вместе с тем эти органические соединения, в химических связях которых аккумулировано большее количество энергии, которую и нужно, путем трансформации, она переводится в доступные в хозяйственной деятельности человека виды энергии. Данные обстоятельства ставят перед сотрудниками альтернативной энергетики РФ достаточно сложные вопросы модернизации традиционных схем получения биогаза с целью повышения эффективности выхода конечного продукта. В этой связи становится понятна роль изучения органической массы субстратов, в том числе животного происхождения, используемых при получении биогаза.

В связи с этим, целью работы является: изучение влияния сырья биогазовой станции на выход биогаза.

Для достижения этой цели нами были сформулированы следующие задачи:

1. дать описание сырью для получения биогаза;
2. сделать серию посевов субстрата стадии гидролиза на твердые питательные среды для определения до рода микрофлоры субстрата стадии гидролиза, взятых проб;
3. сопоставить микрофлору стадии гидролиза с опытными данными по выходу биогаза из различного сырья.

ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1. История биогаза

Первые методические исследования биогаза начал итальянский ученый Аллесандро Вольта. Ему удалось собрать болотный газ в отложениях озер северной Италии в 1770 году, после чего Аллесандро Вольта начал проводить опыты по сжиганию этого газа. Английский физик Фарадей, в первой четверти XVIII в. определил болотный газ как углеводород. Всего лишь в 1821 году исследователю Авогадро удалось установить химическую формулу данного газа, им оказался метан. Известный французский бактериолог Пастер в 1884 году провел эксперименты с биогазом, который он выделил из твердого навоза. Он рекомендовал использовать навоз из парижских конюшен для производства биометана для уличного освещения [10, 11].

В конце XIX века было обнаружено анаэробное брожение, с помощью которого можно обрабатывать сточные воды. Это открытие дало мощный стимул к развитию технологии производства биогаза. В 1897 году в одной больнице Индии построили первую установку, биогаз которой использовался для освещения, а в 1907 году как топливо двигателя для производства электроэнергии. В Германии инженер с завода по переработке органических отходов с 1906 года на территории Рурского района начал планомерное строительство анаэробных двухуровневых очистных установок, известных как «эмшерский колодец». В наши дни каждая очистная установка имеет аэробные и анаэробные этапы производства, получаемый биогаз применяется как источник тепла и электричества [16].

К 40-м годам XX в. быстро распространялось использование канализационных газов. Для ускорения анаэробного брожения были

разработаны плавающие колоколообразные газгольдеры, мощные мешалки и системы отопления. В это же время широкое распространение получили эксперименты по очистке газа от воды, двуокиси углеводов и сероводорода с целью его расфасовки в железные баллоны и применения его в качестве топлива для транспорта [10].

В первой половине 1940 года в Германии в связи с увеличением спроса на «газовое топливо» пытались увеличить производство биогаза за счет добавления твердых органических отходов, то есть использовали метод, называемый сегодня совместной ферментацией. Очень подробные эксперименты с совместной ферментацией были проведены Францем Попелем во время войны в Амельсфорте, Нидерланды. Даже тогда органические остатки домашнего хозяйства были добавлены для экспериментов. В 1940 году в Штутгарте впервые удалось успешно добавить отсепарированный жир [29].

1.2. Получение и использование биогаза

Биогаз состоит из смеси газов. В его состав входят: 50-70% метана, 50-30% углекислого газа, 1% сероводорода и незначительных примесей азота, кислорода, водорода и угарного газа. Синонимами биогаза являются такие слова, как канализационный или болотный газ, метановый газ. Различные виды микроорганизмов извлекают углерод из субстрата, содержащего органические вещества, в анаэробных условиях. Данный газ применяется как обычный природный газ для отопления и получения электроэнергии. Так же биогаз может использоваться для заправки автомобилей. Для работы электрогенераторов биогаз используется без дополнительной очистки. Кроме получения энергии биогазовые станции могут использоваться как очистные сооружения на фермах, птицефабриках, винокуренных заводах, сахарных

заводах, мясоперерабатывающих заводах и, в отдельных случаях, могут заменять ветеринарные санитарные заводы, где падаль может быть утилизирована с получением биогаза [1, 19].

В Белгородской области для изучения, обобщения и совершенствования на практике мирового опыта использования биогазовых технологий впервые на территории РФ была построена и запущена биогазовая станция «Лучки».

В настоящее время в Белгородской области в результате выполнения региональных целевых проектов по развитию птицеводства и скотоводства ежегодно образуется более 1020 тысяч тонн навоза крупного рогатого скота, 1800 тысяч м³ свиноводческих стоков, более 1100 тысяч тонн куриного помета. Из данного объема органических отходов можно в сутки производить свыше 500 тысяч м³ биогаза. В связи с накоплением больших объемов органических отходов, создаются экологические проблемы. В то же время отходы, содержащие органические вещества, являются возобновляемым сырьем для производства таких ценных продуктов, как удобрения и бикогаза.

Для заправки транспорта биогаз подвергается дополнительной очистке. После таких манипуляций биогаз становится полным аналогом природного газа (90% метана (CH₄) и 10% углекислого газа (CO₂)). Другим продуктом обработки биогаза является углекислый газ. Он используется в качестве сухого льда, для карбонизации, а так же для технических целей [5, 36].

Биогаз – продукт метаболизма бактерий, которые разлагают органический субстрат. Он является продуктом метаболизма данных бактерий. Процесс получения биогаза можно разделить на 4 стадии, в каждом из которых участвуют определенные группы бактерий:

1. Стадия гидролиза субстрата. На этом этапе аэробные микроорганизмы расщепляют высокомолекулярные органические вещества (белки, углеводы, жиры, целлюлозу) с помощью ферментов в низкомолекулярные соединения, такие как сахара, аминокислоты, жирные кислоты и вода. Ферменты, гидролитических микроорганизмов, расположены на внешней стенке бактерий

(так называемые экзоферменты). Они разрушают органические составляющие субстраты на небольшие водорастворимые молекулы. Полимеры превращаются в мономеры. Данный этап длится долгое время и зависит от экзоферментов. Группа экзоферментов включает в себя гидролазы, которые вызывают гидролиз белков, жиров, углеводов. Белки расщепляются на аминокислоты и пептоны, жиры – на жирные кислоты и глицерин, углеводы – на дисахариды и моносахариды. Гидролиз белков вызывают ферменты протеазы, жиров – липазы, углеводов – карбогидразы. На процесс гидролиза влияет уровень кислотности, который должен составлять от 4,5 до 6, и время пребывания в камере для гидролиза. В данной стадии участвуют следующие микроорганизмы: *Clostridium*, *Bacteroides*, *Rumiococcus*, *Butyrivibrio*, а также факультативноанаэробные: *Escherichia*, *Bacillus*.

2. Стадия ацидогенеза. На данном этапе мономеры молекул проникают в клетки бактерий, где они продолжают разлагаться. В этом процессе участвуют аэробные кислотообразующие бактерии, потребляющие кислород и создающие анаэробные условия, необходимые для метанообразующих бактерий. При pH 6-7,5 образуются следующие соединения: нестабильные жирные кислоты, такие как уксусная, муравьиная, масляная, пропионовая, низкомолекулярный спирт - этанол и газы - диоксид углерода, углерод, сероводород и аммиак.

3. Стадия ацетогенеза. При этой стадии бактерии из органических кислот получают исходные продукты для образования метана, а именно: уксусную кислоту, углекислый газ и углерод. Данные бактерии очень чувствительны к изменениям температуры.

4. Стадия метаногенеза. При метаногенезе образуются метан, углекислый газ и вода. На данной стадии 70% объема биогаза образуется из уксусной кислоты. Метановые бактерии - исключительно анаэробы. Оптимальный уровень pH данной стадии примерно равен 7. Микроорганизмы данной стадии являются физиологически однородной группой, но им присущи широкое разнообразие морфологических форм [4].

Биогаз по своим свойствам схож с природным газом. Объем газов зависит от температуры и давления окружающей среды. Повышение температуры приводит к растяжению газа и как следствие к уменьшению содержания метана (калорийности), и наоборот. Калорийность так же снижается при повышении влажности биогаза. Данные о производстве биогаза выражают в литрах или кубометрах метана на килограмм органического сухого вещества (ОСВ) [3,11].

1.3. Сырье, используемое для получения биогаза.

В состав сырья для получения биогаза входит широкий спектр органических отходов: твердые и жидкие отходы агропромышленного комплекса, сточные воды, твердые бытовые отходы, отходы лесопромышленного комплекса. Данный состав зависит от региональной направленности. При этом наиболее эффективным является использование отходов животноводческих и птицеводческих ферм, предприятий агропромышленного комплекса и сточных вод [8, 54].

Таблица 1.1.

Выход биогаза из различного сырья (по Б. Эдер и Х. Шульц, 2011 год)

Тип сырья	Выход газа, м ³ на тонну сырья
Навоз коровий	60
Навоз свиной	65
Помет птичий	80-140
Отходы бойни	300
Жир	1300
Барда после спиртовая	50-70
Зерно	500-600
Силос, ботва, трава, водоросли	200-300
Молочная сыворотка	50
Свекольный и фруктовый жом	60-70
Глицерин технический	500
Дробина пивная	150-180

Таблица 1.2.

Выход биогаза из различного сырья (по данным компании biteco-energy, Киев, 2015 год)

Субстрат	Выход биогаза м ³ на тонну сырья
Кукурузный силос	185-205
Навоз коровий	40-50
Навоз свиной	60-75
Птичий помет	80-100
Дробина пивная	120-130
Глицерин	840-850
Зернобобовые	580-600

Таблица 1.3.

Выход биогаза из различного сырья (по данным биогазовой станцией «Лучки», 2017 год)

Тип сырья	Выход биогаза, м3 на тонну сырья
Силос кукурузный	172-198
Свекольный жом	101-139
Шелуха подсолнечника неизмельчённая	399-537
Шелуха подсолнечника измельчённая	520-565
Ядра семян подсолнечника неизмельчённые	749
Ядра семян подсолнечника измельчённые	794
Отходы маслопроизводства (жмыхи)	376-550
Зерноотходы ячменя и пшеницы (мякина)	486-517
Отходы производства комбикормов АБ	376-483
Отходы зернобобовых культур	107
Зелёная масса кукурузы	149
Зелёная масса овощей (ботва)	67
Опилки древесные	313-406
Кишки МПЗ	279-300
Шлам МПЗ	35-67
Шлам Белая Птица	233-334
Жир Белая Птица	440-493
Отходы инкубации Белая птица	278-428
Микс Белая птица	421-440
Кровь	80-103
Куриный помёт	293
Шлам творожный	28
Конфеты Конти	774
Нефтешламы	13-56

Поскольку исходное сырьё всегда имеет разный процент абсолютной органики, зависящий и от времени получения, и от условий хранения, а в случае неоднородного сырья этот показатель разнится даже в пробах, отобранных в один день, но в разных участках партии, необходимо рассматривать выход биогаза в виде промежутков, с минимальными и максимальными значениями [8,10].

При анализе таблиц 1.1.-1.3. видно, что с течением времени технология производства биогаза совершенствуется. Это подтверждается увеличением выхода биогаза из различного сырья. При рассмотрении отдельных позиций данных таблиц выход биогаза при использовании сырья животного происхождения выше на биогазовой станции «Лучки». Данный факт связан с тем, что в Белгородской области преобладает животноводство.

1.4. Особенности установки по производству биогаза

На промышленной установке по производству биогаза сырьё подается периодически. Данная манипуляция осуществляется через насосную станцию или загрузчик в реактор. Реактор представляет собой изолированный железобетонный резервуар, оборудованный мешалками, в котором поддерживается постоянная температура [28].

В реакторе находятся сообщества микроорганизмов, которые в результате своей жизнедеятельности преобразуют органические отходы. Продуктом таких преобразований является биогаз. Для поддержания благоприятных условий для жизни бактерий требуется периодическая подача отходов, поддержание определенного температурного режима и постоянное перемешивание субстрата. Полученный биогаз хранится в специальном хранилище, затем, при

необходимости, проходит систему очистки и доставляется потребителям. Реактор является практически герметичным и безопасным [9].

1.5. Факторы, влияющие на процесс получения биогаза

Для эффективного функционирования микроорганизмов, необходимо создание определенных условий:

- Определенный уровень влажности. Метановые бактерии могут осуществлять свою жизнедеятельность при влажности среды более 50%.
- Содержание кислорода. При получении биогаза участвуют аэробные и анаэробные микроорганизмы. На первых этапах в основном есть аэробы, при том, что в конце процесса производства биогаза присутствуют строгие анаэробы.
- Попадание света на субстрат. Хотя свет не является лимитирующим фактором для бактерий, он замедляет процесс их роста и размножения. Влияние света на процесс ограничивают с помощью светонепроницаемой крышки.
- Отсутствие скачков температуры. Скорость процесса напрямую зависит от температурного режима. Чем выше температура в реакторе, тем быстрее протекает стадия гидролиза субстрата. Таким образом сокращается и время разложения субстрата. При повышении температуры, уменьшается содержание метана в биогазе. Это связано с растворением биогаза в субстрате при высоких температурах. Существует три температурных режима для функционирования различных групп микроорганизмов:

1. Психрофильный режим, при котором благоприятная температура находится ниже 25°C,

2. Мезофильный режим, при котором благоприятная температура составляет 25-45°C,

3. Термофильный режим, при котором благоприятная температура находится выше 45°C [21, 33].

- Уровень кислотности. Для гидролитических и кислотообразующих бактерий оптимум рН составляет 4,5-6 и 6-7,5 соответственно. Бактерии, образующие уксусную кислоту и метан могут осуществлять свою жизнедеятельность только при нейтральном или слабощелочном уровне кислотности (рН 6,8-8). Известно, что уровень рН является лимитирующим фактором. При его повышении или снижении, бактерии теряют свою активность, вследствие чего замедляется образование биогаза .

- Подача субстрата. Бактериям для роста и размножения необходимы питательные вещества, витамины, растворенные соединения азота, минералы и микроэлементы. Данные вещества в нужной концентрации содержатся в жидком и твердом навозе, в сене, кукурузе (в свежей или консервированной), пищевых остатках, кухонных отходах, внутренностях животных, барде и молочных продуктах. В качестве ориентировочного значения для составления субстрата можно принимать следующие соотношения питательных веществ: С: N: P = 75: 5: 1 или 125: 5: 1.

- Площадь поверхности сырья. Чем более качественно измельчен субстрат, тем быстрее проходит ферментация. Кроме того, субстрат легче перемешивается, смешивается и нагревается, не образуя плавающей корки или осадка. При недостаточном измельчении сырья в реактор может попадать кислород.

- Пагубное влияние различных веществ зависит от их концентрации. Это значит, что лимитирующим фактором является концентрация данного вещества по отношению к другим веществам, а не его полное отсутствие. Антибиотики, химиотерапевтические и дезинфицирующие средства могут замедлить или полностью остановить процесс ферментации в зависимости

от концентрации. Антибиотики и химиотерапевтические средства могут попасть из организмов животных.

- **Задерживающий эффект.** Он обусловлен, во-первых, накоплением органических кислот, которые образуются при анаэробном разложении органического субстрата. Во-вторых, образованием высокотоксичного сероводорода, который образуется при разложении белков. В-третьих, образованием аммиака, при разложении азотсодержащих субстратов.

- **Пагубное влияние вторичных компонентов на консорциум бактерий.** К вторичным компонентам относятся:

1. Серные соединения (образующиеся в теплицах для выращивания капусты, лука-порея и репчатого лука)
2. Эфирные масла (корки цитрусовых, чеснок)
3. Щавелевая кислота (напр. в разных видах клевера)
4. Цианиды, танины [20].

- **Токсичность тяжелых металлов** зависит от их растворимости в воде. Растворимость в свою очередь зависит от уровня pH. Тяжелые металлы отрицательно действуют на ферменты клеточного обмена веществ, чем замедляют жизнедеятельность бактерий. Нейтрализация ионы тяжелых металлов происходит при взаимодействии ионов тяжелых металлов с сероводородом, после чего образуются тяжело растворимые сульфиды металлов в виде твердого вещества, выпадающего в осадок [41, 49].

1.6. Методы получения биогаза

С точки зрения технических параметров процесса различаются методы получения биогаза. Методы делят по способам подачи субстрата (периодический способ подачи или проточный), по типу перемешивания

(полное перемешивание или пробочное проталкивание), одно- или многоступенчатая система и/ либо по консистенции субстрата (твердое сырье или метод переработки в текучем/мокроем виде) [30].

Метод периодической подачи.

Для метода периодической подачи характерно заполнение ферментационной камеры за одну операцию. Во время получения биогаза субстрат не добавляют и не удаляют. Выход биогаза соответствует кривой роста микроорганизмов. По окончании времени получения биогаза ферментационная камера освобождается за одну операцию. При этом для следующего цикла производства часть субстрата возвращается обратно в ферментационную камеру для введения различных микроорганизмов [22, 23].

Проточный метод.

При использовании данного метода ферментационные камеры должны быть постоянно заполнены. Во время ферментации субстрат добавляют в камеру ферментации, и в то же время из камеры изымается тот же объем субстрата. По сравнению с предыдущим методом, этот метод позволяет производить биогаз без колебаний его процентного выхода [22,23].

Метод полного смешивания.

В установках, работающих по методу полного смешивания, субстрат в ферментационной камере смешивается со свежим субстратом. В это же время часть субстрата, в состав которого входит и свежий субстрат удаляется из ферментационной камеры [23, 47].

Метод пробочного проталкивания субстрата.

В установках, использующих метод пробочного проталкивания, субстрат как бы проталкивается в виде пробки в продольном направлении по ферментеру. Соотношение диаметра такого резервуара к его длине должен быть не менее 1:4. Мешалка должна устанавливаться поперек направления потока. Для эффективной ферментации после описанного типа ферментера

установливают большой дображиватель. Важно отметить, что данная конструкция занимает много места [29].

Одно или многоступенчатый метод.

При использовании одноступенчатого технологического метода получения биогаза ферментация проходит все 4 стадии в одном резервуаре. Для установок, использующих многоступенчатый метод, эти процессы происходят последовательно во времени один за другим. При многоступенчатом методе стадии получения биогаза разделяются с помощью разных резервуаров или путем разделения камер в ферментере. В каждой камере или резервуаре поддерживаются определенные условия, необходимые для конкретной стадии получения биогаза [47].

1.7. Стадия гидролиза при получении биогаза

Гидролиз является первым этапом процесса получения биогаза. На этом полимеры, такие как сахара, жиры и белки, превращаются в мономеры такие как аминокислоты, простые сахара, жирные кислоты и некоторые спирты.

Этот первый шаг очень важен. Ведь именно от того насколько эффективно расщеплены крупные органические полимеры будет зависеть способность микроорганизмов поглощать расщепленные вещества, и следственно выход биогаза [13].

Микроорганизмы для расщепления органических полимеров на мономеры используют экзоферменты, которые расщепляют большие молекулы, для того чтобы использовать их в качестве источника энергии и питательных веществ.

Некоторые микроорганизмы выделяют специализированные ферменты, то есть ферменты которые расщепляют несколько классов органических

соединений. Другие же микроорганизмы синтезируют свои ферменты для каждого класса органических веществ [26].

Существуют отдельные ферменты расщепляющие сахара, белки, жиры и т. д. Микроорганизмы, которые гидролизуют различные сахара, называются сахаролитическими, а те, которые гидролизуют белки, являются протеолитическими. Ниже приведена таблица, в которой перечислены некоторые примеры различных групп экзоферментов. Скорость гидролиза зависит от природы сырья. Разложение целлюлозы и гемицеллюлозы обычно происходит медленнее, чем разложение белков [44, 53].

Таблица 1.4.

Некоторые важные группы гидролитических ферментов и их функции (по Б. Эдер и Х. Шульц, 2011 год)

Ферменты	Субстрат	Продукты распада
Протеиназа	Белки	Аминокислоты
Целлюлаза	Целлюлоза	Сахара, такие как глюкоза, ксилоза, манноза и арабиноза
Амилаза	Крахмал	Глюкоза
Липаза	Жиры	Жирные кислоты и глицерин
Пектиназа	Пектин	Сахара, такие как галактоза, арабиноза и сложные молочные уроновые кислоты

Бактерии, участвующие в стадии гидролиза и расщепляющие полисахариды относятся к следующим родам: *Clostridium*, *Bacteroides*, *Rumicoccus*, *Butyrivibrio*. Некоторые из этих микроорганизмов имеют несколько типов ферментов, объединенных в целлюлозуме (место на клеточной стенке клетки). Основными продуктами ферментации, с помощью данных микроорганизмов, являются ацетат, пропионат, сукцинат, водород и углекислый газ. Бактерии, выделенные из рубца жвачных и кишечника свиней разлагают целлюлозу и гемицеллюлозу до различных летучих жирных кислот [27].

В состав данных целлюлозумов входят белки, которые обеспечивают связь бактерии с целлюлозой. Это позволяет более эффективно расщеплять целлюлозу.

В условиях биогазовой станции «Лучки» компании АльтЭнерго стадия гидролиза протекает при 20 °С и длится 24 часа. Данная стадия проходит преимущественно в аэробных условиях.

1.7.1. Гидролиз белков

Белки состоят из цепочек аминокислот, они находятся в высокой концентрации в убойных отходах, курином помете и свином навозе. Короткие цепи (менее 50 аминокислотных остатков) называются пептидами или пептидными цепями [15].

Конечными продуктами гидролиза белков и пептидов являются аминокислоты. Состав аминокислот в конечном продукте зависит от того, из какого сырья будет производиться биогаз. В состав белков помимо аминокислот могут входить, например углеводы. В этом случае белки называются гликопротеинами. Они обычно расположены в клеточных мембранах и на поверхности клеток, а их углеводная часть может составлять до 80 % от их веса. При разложении гликопротеинов, помимо аминокислот могут образовываться различные углеводы. К протеолитическим микроорганизмам в рамках производства биогаза относятся: *Clostridium*, *Peptostreptococcus* и *Bifidobacterium* [15,17].

1.7.2. Гидролиз жиров

Состав жиров зависит от их происхождения. Как правило, эти жиры состоят из глицерина (спиртов) и различных жирных кислот, которые образуются в процессе биodeградации [31].

Ферменты, расщепляющие жиры, называются липазами. Примерами сырья для получения биогаза с высоким содержанием жира являются отходы скотобойни и осадки сточных вод. Липазы образуются аэробными или факультативными аэробными микроорганизмами. Наиболее известным родом микроорганизмов, синтезирующим липазы является род *Clostridium* [35].

1.8. Субстрат для стадии гидролиза при получении биогаза

В смешивающий резервуар, в котором проходит стадия гидролиза и кислотообразования, в сутки подается следующее измельченное сырье:

- Кишпакеты (измельченные свиные кишки и их содержимое) – около 25 тонн;
- Мякотное сырье – 7-10 тонн;
- Жир и шлам с птицефабрики – 10-15 тонн;
- Кровь птичья – 10-15 тонн;
- Эффлюент (субстрат из дображивателя для разбавления массы) – 100-120 м³;
- Свиной навоз – 20-50 тонн.

Содержание различных веществ, входящих в состав субстрата, загружаемого в смешивающий резервуар следующий:

Азот (сумма) - 0,742 / 8,25%;

Фосфор(в пересчете на P_2O_5) - 0,290 / 3,23%;

Углерод - 4,10 / 45,63%;

Аммонийный азот - 0,441/ 8,52%;

Сера - 1,28 / 14,23 г/кг;

Свинец - 0,110 / 1,22 мг/кг;

Железо - 209,00 / 2324,80 мг/кг;

Цинк - 81,5 / 906,56 мг/кг;

Медь - 3,17 / 35,26 мг/кг;

Марганец - 5,81 / 64,63 мг/кг.

Влажность субстрата для стадии гидролиза при получении биогаза составляет приблизительно 91%, рН – 7,7 [25].

1.9. Технологические параметры, необходимые для производства биогаза

Технологический процесс - ряд манипуляций, проводимых для получения из исходного сырья продукта с заранее заданными свойствами.

Чтобы описать один технологический процесс или сравнить его с другими процессами, используются различные параметры технологического процесса.

Параметры могут быть механическими, электрическими, тепловыми, временными или иметь другие критерии.

Все параметры технологического процесса условно делятся на три группы:

1) частные параметры позволяют сравнить технологические процессы, выпускающие одну и ту же продукцию и использующие одну и ту же технологию. К частным параметрам относятся: состав и концентрация

исходного сырья, особенности используемого оборудования и инструментов, режимы проведения процесса (температура, рН, давление) и т.д.;

2) единичные параметры позволяют сравнивать технологические процессы, производящие одну и ту же продукцию, но использующие разные технологические схемы. К единичным параметрам относят ресурсные параметры (материалоемкость, трудоемкость, энергоемкость, капиталоемкость), а также такой показатель, как себестоимость, который выражает фактические затраты ресурсов в денежном выражении на производство и реализацию продукции;

3) обобщенные параметры позволяют сравнивать различные технологические процессы. К ним относятся удельные, то есть приходящиеся на единицу продукции, рассчитанные в денежном выражении затраты живого (человеческого) и машинного труда [41].

1.10. Биогаз как сырье для получения биоводорода

На сегодняшний день биодород считается одним из самых перспективных видов топливом. Он намного эффективнее нефти и природного газа, потому что, когда горит биоводород, производится почти в три раза больше энергии. И что еще более важно: биоводород является экологически чистым видом топлива, когда он горит, не образуются токсичные вещества, а при сжигании нефтепродуктов и природного газа угарный газ выделяется в атмосферу и загрязняет его, что приводит к парниковому эффекту. Последствия этого очевидны. Климатические изменения, снижения содержания кислорода, снижение выживаемости растений и животных, увеличение заболеваемости [2].

Биоводород, по сравнению с ископаемыми источниками энергии имеет очень большое преимущество - он возобновляемый: бактерии могут использоваться многократно, ограничивая производство только наличием сырья. И сырья, пригодного для получения биоводорода много, оно весьма разнообразно: промышленные и сельскохозяйственные отходы, шроты масличных культур и бобовых, кухонные отходы, сточные воды, содержащие органические вещества. Технология получения биоводорода с использованием микроорганизмов не требует больших затрат так, как большинство процессов происходит при нормальной температуре [2, 32].

Методы получения биоводорода

Термохимический метод. В рамках данного метода биомасса подвергается термической обработке при температуре 500-800 °С. Нагревание происходит в анаэробных условиях. Температура процесса ниже, чем температура газификации угля. В результате этого процесса выделяются водород и другие газообразные продукты.

Биохимический метод - производство биоводорода из биомассы с помощью специализированных бактерий. Для ускорения процесса переработки биомассы, богатой крахмалом или целлюлозой, необходимо использовать специальные ферменты. Для данного метода характерны следующие параметры - температура 30 °С и нормальное давление.

Однако поиски идеального метода для получения биоводорода не прекращаются. С этим связано возрастание популярности использования водорослей для производства биоводорода. Указанный метод называется фотолизом. Из-за того, что водоросли производят биоводород при определенных условиях, этот процесс проводят в специальном биореакторе. Для водорослей лимитирующим фактором является наличие серы в среде. В таких условиях водоросли переключаются на производство водорода вместо кислорода [3].

В наше время наиболее популярным методом производства биоводорода является биохимический способ. Учитывая, что сырьем для данного производства могут быть различные органические отходы такие, как сельскохозяйственные отходы (шелуха, щроты и т. д.), бытовые органические отходы, сточные воды, количество которых неисчерпаемо. Помимо этого, при производстве водорода указанным способом не требуются особые условия и специальное оборудование. Хорошая продукция требует эффективных бактерий. Наиболее подходящими для этой цели являются пурпурные бактерии, которые встречаются в высокогорных источниках. Преимуществом биохимического метода является то, что бактерии могут быть повторно использованы после каждого цикла производства. Поэтому этот метод практически полностью зависит от жизнедеятельности бактерий, он менее энергоемкий и самый дешевый.

Биоводород считается отличной заменой традиционным видам топлива. Биоводород является экологически чистым топливом, в несколько раз более эффективным, чем нефть и газ. Производство топлива легкое и простое, но не менее важно то, что оно является дешевым и, как следствие, финансово прибыльным.

Реформинг биогаза является перспективным методом получения синтетического газа с добавлением угарного газа из природного. Такой газ можно использовать для получения углеводов, метанола, диметилового эфира и синтеза Фишера-Тропша [7].

Использование углекислого газа в качестве оксиданта для окисления низших алканов по парциальному принципу будет важным способом утилизации природного газа. Природный газ в большинстве месторождений имеет углекислый газ вместе с метаном и другими алканами более низкого порядка. Утилизация природного газа желательна без выделения угарного газа путем преобразования метана и углекислого газа в приемлемые продукты или топливо [37].

В основе катализаторов для сухого метанового реформинга состоят из никелевых или благородных металлических систем, таких как платина, рутений и т. д. Препятствием для хорошего применения этих катализаторов является образование углерода, дезактивирующего катализатора, особенно в никелевых системах. Существуют никелевые катализаторы устойчивые к отложениям углерода. С промышленной точки зрения данные катализаторы выгодно использовать из-за низкой стоимости никеля [12].

Стадии получения биоводорода из биогаза.

1. На начальном этапе биогаз в сжатом состоянии смешивается с синтетическим аммиачным газом.

2. Далее смесь нагревают в дополнительной конвективной змеевике первичной реформинг-печи, затем смесь подвергается очистке серой при низкой температуре.

3. После этого происходит смешивание очищенной смеси с высокотемпературным водяным паром.

4. В конце смесь поступает в реакционные трубы в зону радиантной печи первичного реформинга.

5. Тепло дымовых газов из первичной печи реформинга утилизируется в дополнительных змеевиках зоны конвекции с помощью подогрева обычного газа [42, 43].

К характеристикам реформинга относятся: экономия потребления энергии, повышение надежности и безопасности эксплуатации. Помимо этого, благодаря данному процессу происходит оптимизация всех этапов очистки с помощью серы и блока аппаратуры печи первичного реформинга, который использует тепло для своей работы, увеличивая производство аммиака [18].

1.11. Классификация биогазовых установок

Биогазовое оборудование, используемое в мировой практике, классифицируется в соответствии с методами загрузки сырья, методами сбора биогаза, доступными для их использования материалами, использованием дополнительных устройств, горизонтальным или вертикальным расположением реактора, подземным или наземным расположением [28].

1. По методу загрузки сырья

- Установки для порционной загрузки полностью загружаются сырьем, а затем полностью освобождаются, после определенного времени ферментации. Для такого типа загрузки подходят установки любых конструкций и любого типа сырья. Данные установки отличаются нестабильным выходом биогаза.
- Установки непрерывной загрузки загружаются небольшими количествами сырья. При загрузке нового сырья часть обработанного шлама, равная объему загрузки, выгружается. Сырье для такого метода должно быть жидким и однородным. Плюсами данной установки является то, что производство биогаза стабильно и количественно превышает объем вырабатываемого биогаза на порционных установках. В наше время практически все строящиеся установки в развитых странах работают как установки непрерывной загрузки.

2. По методу сбора биогаза в биогазовых установках

- Баллонные установки - это термостойкий пластиковый или резиновый баллон, в котором объединены реактор и газгольдер. Трубы для загрузки и разгрузки сырья фиксируются непосредственно на пластике реактора. Давление газа достигается путем растягивания мешка и за счет дополнительного груза,

который фиксируется на баллоне. Преимуществами такой установки являются низкая стоимость, легкость движения, простая конструкция, высокая температура для ферментации, легкая очистка реактора, загрузки и выгрузки сырья. Недостатки - короткий период работы (2-5 лет) и высокая восприимчивость к внешним воздействиям.

- Установки с фиксированным куполом состоят из закрытого купольного реактора и разгрузочной емкости, также известной как компенсирующий резервуар. Газ собирается в верхней части реактора – в куполе. Когда загружается следующая порция сырья, обработанное сырье выталкивается в специальную (компенсирующую) емкость. С увеличением давления газа в куполе повышается уровень обрабатываемого сырья в компенсирующей емкости. Реакторы с неподвижным куполом обычно представляют собой кирпичные или бетонные резервуары. Такие установки наверху покрыты грунтом и заполнены газом, чтобы обеспечить внутреннее давление (не превышающее 0,15 бар). По экономическим причинам минимальный размер реактора должен составлять 5 м³. максимальный объем таких установок составляет 200 м³.
- Установки с плавающим куполом обычно состоят из подземного реактора и подвижного газгольдера (купола). Газгольдер плавает либо непосредственно в сырье, либо в специальном кармане для воды. Газ накапливается в газгольдере, который поднимается или опускается в зависимости от давления газа. Газгольдер поддерживается специальной конструкцией от опрокидывания. Если газгольдер плавает в специальном кармане для воды, он защищен от опрокидывания. Преимущества этой конструкции

состоят в простоте ежедневных операций, простоте определения объема газа по высоте, на котором поднимался газгольдер.

3. Горизонтальные и вертикальные установки

Выбор места расположения биогазовой установки зависит от способа загрузки и наличия свободной территории в хозяйстве. Горизонтальные установки выбираются для непрерывного способа загрузки сырья и при наличии достаточного пространства. Вертикальные установки более подходят для периодической загрузки сырья и используются, когда это необходимо, для уменьшения пространства, занимаемого реактором.

4. Подземные и наземные установки

При выборе места установки необходимо учитывать топографию и использовать ее для оптимизации работы установки. Например, очень удобно поместить установку на склоне так, чтобы загрузочное отверстие было достаточно низким, сырье в реакторе перемещалось небольшим наклоном к разгрузочному отверстию, которое было бы на низкой высоте для легкой загрузки в транспортные средства [61, 57].

Другим фактором, который следует учитывать при выборе типа установки, является улучшенная теплоизоляция подземных сооружений, в том числе слабое колебание суточных температур в процессе ферментации сырья, поскольку температура почвы на глубине более 1 метра остается изменной,

5. По материалам, из которых изготавливается реактор

- Бетонные реакторы обычно строятся под землей. Они имеют цилиндрическую форму, а небольшие установки (до 6 м³) могут быть изготовлены на конвейерной основе. Для герметизации реактора необходимы специальные меры. Преимуществами таких установок являются: низкие затраты на строительство и материалы, возможность массового производства. Недостатки - большой объем потребления высококачественного бетона, потребность в квалифицированных строителях и большое количество

проволочной сетки, относительная новизна и дизайн, необходимость специальных мер для обеспечения герметичности газгольдера.

- Кирпичные реакторы сооружаются для подземных установок с фиксированным или плавающим куполом и имеют округлую форму. Преимущества: низкие начальные капиталовложения и долгий срок эксплуатации, нет движущихся или ржавеющих частей, конструкция компактная, экономит место и хорошо изолирована, строительство создает местную занятость. Из-за того, что кирпичные реакторы располагаются под землей экономится площадь и такие реакторы являются термически изолированными. Недостатки: кирпичный газгольдер требует специальных покрытий для обеспечения герметичности для обеспечения герметичности частых утечек газа, работа установки плохо контролируется из-за подземного расположения, установка требует тщательного расчета уровней постройки, очень сложный и дорогой подогрев сырья в реакторе. Таким образом, кирпичные установки целесообразно строить только в теплых странах и лишь при наличии квалифицированного персонала.
- Металлические реакторы универсальны, они подходят для всех типов установок. Данные реакторы герметичны, выдерживают большое давление и просты в изготовлении. Часто можно использовать уже имеющиеся металлические емкости. Но, металл относительно дорогой и требует ухода для предотвращения коррозии [38].

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Объект исследования

Объектом исследования являются микрофлора стадии гидролиза и данные по выходу биогаза из различного сырья. Данные по выходу биогаза из различного сырья представлены в приложении 1. Согласно литературным данным микрофлора стадии гидролиза очень разнообразна. В данной стадии принимает участие более 100 родов микроорганизмов, Из них преобладают: *Butyrivibrio*, *Peptostreptococcus*, *Bacteroides*, *Eubacterium*, *Escherihia*, *Pseudomonas*, *Ruminococcus*, *Clostridium*. При этом выход биогаза колеблется в значениях 10-650 м³ на тонну сырья [24].

Стадия гидролиза очень важна для производства биогаза. Так, как насколько качественно микроорганизмы гидролизуют субстрат, тем эффективнее последующие этапы, и тем выше выход биогаза.

Материалом для наших исследования послужили субстра для стадии гидролиза при получении биогаза и данные опытов по выходу биогаза из различного сырья, предоставленные компанией «АльтЭнерго».

Главным и неотъемлемым компонентом субстрата для производства биогаза является навоз. В нем содержится консорциум микроорганизмов, необходимый для получения биогаза. При добавлении других элементов субстрата, растительного сырья, жиров, отходов бойни, активизируются различные микроорганизмы, входящие в состав данного консорциума. Состав субстрата, его температура, pH, первичные промежуточные продукты гидролиза создают условия для жизнедеятельности определенной части данного консорциума. Именно она продолжает разлагать субстрат. Следовательно,

важно знать видовой состав консорциума микроорганизмов, который активизируется самим субстратом [14].

2.2. Методы исследования

В ходе проведенных нашего исследования был использован следующий комплекс методов:

- Метод прямого посева на твердые питательные среды (метод Коха);
- Метод микроскопического изучения морфологии микроорганизмов;
- Метод выделения чистой культуры микроорганизмов;
- Метод окраски бактерий по Граму;
- Метод статистической обработки результатов.

2.2.1. Метод прямого посева на твердую питательную среду (метод Коха)

Питательную среду, приготовленную по рецепту, стерилизуют в автоклаве. Стерильные среды расплавляют в колбе на водяной бане 20-25 минут. Приподняв крышку чашки Петри, быстро выливают расплавленный агар-агар и закрывают чашку. Ждут полного затвердевания агар-агара. Параллельно с этим делают серию разведений субстрата для стадии гидролиза при производстве биогаза. В пробирки наливают по 9 мл воды, закрывают марлевыми пробками и автоклавируют. После остывания воды в первую пробирку вносят 1 мл субстрата для стадии гидролиза, перемешивают на вортексе, затем из этой пробирки берут стерильным инсулиновым шприцом 1 мл жидкости и переносят в следующую пробирку. Таким образом, получают

шесть пробирок с разведением субстрата для стадии гидролиза: 0,1; 0,01; 0,001; 0,0001; 0,00001; 0,000001. Посев производят по 0,5 мл в чашки Петри. Посев осуществляется на среду МПА и агар Левина. Посев производится для последних трех разбавлений из шести. После посева чашки Петри помещаются в термостат при температуре 20 °С. По истечению 24 часов после посева материал анализируется. Первоначально описываются колонии выросших микроорганизмов по следующим признакам: форма, цвет, край, поверхность, диаметр [45].

2.2.2. Метод микроскопического изучения морфологии микроорганизмов

Для более подробного изучения клеток микроорганизмов используются фиксированные препараты. Их приготовление складывается из следующих этапов: приготовления мазка, высушивания препарата, его фиксации, окраски, промывки, высушивания. Для этого на чистое предметное стекло в каплю дистиллированной воды вносят небольшое количество культуры микроорганизмов, тщательно перемешивают и растирают ее с помощью микробиологической петли, распределяя мазок по поверхности стекла тонким слоем [45].

Затем препарат высушивают над пламенем спиртовки, не допуская перегрева мазка во избежание свертывания белков протоплазмы бактериальной клетки. После препарат фиксируют, проводя его несколько раз в пламени спиртовки. Затем приступают к окраске, покрывают мазок на 1-2 минуты раствором красителя - метиленового синего или карболового фуксина. Промывают препарат струей дистиллированной воды до полного обесцвечивания стекающих капель, высушивают его над пламенем спиртовки и изучают под микроскопом [40, 50].

2.2.3. Выделение чистой культуры бактерий.

Для изучения морфологии и формы клеток, необходимо получить чистую культуру исследуемых микроорганизмов.

Физиологию, биохимические свойства и циклы развития микроорганизмов обычно исследуют при работе с чистыми культурами. Чистой называют культуру, содержащую микроорганизмы одного вида [51].

Выделение чистой культуры микроорганизмов состоит из трех этапов:

1) Посев микроорганизмов на жидкие или плотные питательные среды с последующим термостатированием 24 часа при определенной температуре.

2) Изучение культуральных свойств бактерий. При этом изучают размер в проходящем свете, прозрачность колоний, положение, поверхность колоний.

3) Приготовление мазков из культуры, выросшей на скошенном агаре, окрашивание их по Граму. О чистоте культуры судят по морфологии, тинкториальности и однородности [52, 56].

Затем изучают биохимические свойства.

Обычно основным методом выделения чистых культур микроорганизмов является метод, предложенный Р. Кохом. Его принцип состоит в том, чтобы получить чистую культуру из отдельной колонии. Однако этот метод не применим для выделения микроорганизмов, которые не растут или плохо растут на плотных средах [56].

При выделении чистой культуры аэробных микроорганизмов из окружающей среды питательные среды наливают, готовят и наливают в чашки Петри как при методе прямого посева микроорганизмов.

После того, как питательная среда застынет, из дозатора или стерилизованного шприца наносят каплю накопительной культуры на ее поверхность, стерильным стеклянным шпателем Дригальского распределяют каплю по

поверхности твердой питательной среды в чашке Петри. Далее этим же шпателем проводят по поверхности среды еще в 2-3 чашках.

Обычно в первых двух чашках наблюдается сплошной рост микроорганизмов, тогда как в последующих будет рост лишь изолированных колоний.

С целью дальнейшего исследования бактерий, пересевать накопительную культуру можно микробиологической петлей методом истощающего штриха. В этом случае накопительную культуру или ее разведения отбирают петлей и на поверхности плотной среды проводят штрихи. Перед каждым новым штрихом петлю стерилизуют в пламени горелки [27].

После посева всех чашек Петри их помещают в термостат крышками вниз, чтобы конденсат (образовавшаяся вода на крышке чашки Петри при застывании агара) не помешал получить изолированные колонии. Чашки выдерживают в термостате от 1 до 7 суток, длительность времени проращивания выбирают в зависимости от скорости роста микроорганизмов. Выросшие изолированные колонии отсевают петлей на поверхность скошенной плотной среды в пробирке или в жидкую среду [58].

2.2.4. Метод окраски бактерий по Граму.

Метод окраски по Граму является необходимым диагностическим методом в микробиологической практике. Сущность дифференцированной окраски по Граму состоит в том, что краски трифенилметанового ряда, например йод и генциановый фиолетовый, образуют в клетках некоторых бактерий окрашенные соединения, которые не обесцвечиваются при последующей обработке препарата спиртом и сохраняют сине-фиолетовую окраску (грамположительные микроорганизмы). Другие бактерии не обладают

свойством удерживать краску и при обработке спиртом обесцвечиваются (грамотрицательные микроорганизмы). Различия к окраске по Граму служит одним из основных морфологических признаков бактерий в их характеристике [58].

Способность бактериальных клеток окрашиваться по Граму зависит главным образом от химического состава и строения клеточных стенок. У грамположительных бактерий клеточная стенка состоит в основном из муреина (95%) и тейхоевой кислоты. В составе клеточной стенки грамотрицательных бактерий находятся липопротеиды, липополисахариды, фосфолипиды и незначительное количество муреина (5%) [34, 56].

На предметном стекле готовят и фиксируют мазок культуры бактерий. На мазок кладут полоску фильтровальной бумаги и наносят краситель – генциановый фиолетовый. Через 1-2 минуты снимают бумажку и, не промывая мазок водой, наносят на препарат раствор йода. Через 1 минуту капают на мазок 96%-ным спиртом. Через 1 минуту промывают мазок водой, после этого для дополнительного окрашивания окрашивают мазок раствором фуксина, через 0,5 минуты промывают мазок водой и высушивают над пламенем спиртовки.

Готовый препарат исследуют под микроскопом с иммерсионной системой. Грамположительные бактерии окрашиваются в сине-фиолетовый цвет, а грамотрицательные – в розовый [50].

2.2.5. Метод статистической обработки результатов

Для анализа особенностей роста и морфологии клеток проводят обработку результатов измерений с помощью математической статистики [6].

Статистический анализ результатов исследований является необходимым и обязательным этапом корректной оценки результатов исследования.

Статистическая обработка результатов измерений позволяет оценить систематические и случайные погрешности измерений. Очень важен также выбор метода статистической обработки результатов [39].

При биологических исследованиях использование приемов математической статистики помогает:

- Определить методом регрессивного анализа вид функциональной зависимости аналитического сигнала от концентрации (содержания) определяемого элемента;
- После получения данных рассчитать метрологические характеристики параметров градуировочного графика и результатов анализа;
- Рассчитать основные метрологические характеристики методики анализа (в случае необходимости оценить воспроизводимость и правильность полученных данных, отбросив результаты, содержащие промахи);
- Представить результаты статистической обработки в виде компактных табличных данных, позволяющих оценить воспроизводимость и правильность полученных результатов;
- Определить достоверность разностей показателей опытных и контрольных вариантов.

Математическую статистику используют, прежде всего, при планировании опытов в биологическом эксперименте. Если хорошо спланируют опыт, необходимо взять достаточное число вариантов, все варианты в начале опыта должны находиться в одинаковых условиях [39].

В нашем эксперименте мы применяем метод дисперсионного анализа и следующие формулы:

Средняя арифметическая:

$$X_{ср.} = \frac{\sum X}{n} \quad (1.1)$$

Где Σ - сумма;

X – значения данных;

n – количество значений.

Среднее квадратическое отклонение

$$\delta = \sqrt{\Sigma(X - X_{cp.})^2} \quad (1.2)$$

Ошибка средней арифметической

$$m = \frac{\delta}{\sqrt{n}} \quad (1.3)$$

Достоверность различий в КОЕ (количество колонеобразующих единиц) рассчитывалось по критерию Фишера с помощью программы Excel [6,39].

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для исследования микрофлоры субстрата для стадии гидролиза при производстве биогаза было взято две пробы: 9.02.2016 года и 13.05.2016 года, которые затем были заморожены.

Субстрат данных проб состоит из следующих компонентов:

- Кишпакеты (измельченные свиные кишки и их содержимое) – около 25 тонн;
- Мякотное сырье – 7-10 тонн;
- Жир и шлам с птицефабрики – 10-15 тонн;
- Кровь птичья – 10-15 тонн;
- Эффлюент (субстрат из дображивателя для разбавления массы) – 100-120 м³;
- Свиной навоз – 20-50 тонн.

3.1. Общая численность микроорганизмов, выращенных на различных питательных средах.

Посев исследуемых образцов производили на питательный агар и агар Левина.

3.1.1. Анализ пробы №1

На рисунках 3.1.1. показаны колонии микроорганизмов, выращенных на питательном агаре и на агаре Левина рис. 3.1.2., соответственно.

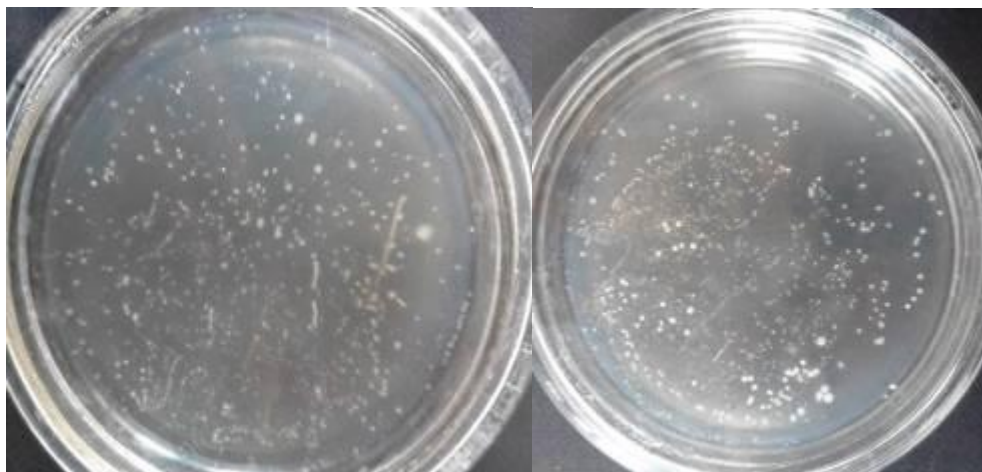


Рис. 3.1.1. колонии микроорганизмов на питательном агаре (слева разведение $1 \cdot 10^{-5}$, справа – $1 \cdot 10^{-4}$)



Рис. 3.1.2. колонии микроорганизмов на агаре Левина (слева разведение $1 \cdot 10^{-5}$, справа – $1 \cdot 10^{-4}$)

В таблицах 3.1. и 3.2. представлены цифровые значения количества бактерий полученные на питательном агаре и агаре Левина соответственно.

Таблица 3.1.

Численность микроорганизмов на питательном агаре, выращенных из проб, взятых в феврале 2016 года и замороженных

Разведение	Повторности					
	1	2	3	4	5	6
1*10-4	847	876	108 9	803	105 2	913
1*10-5	729	647	764	605	703	777
1*10-6	427	399	353	436	499	469

Таблица 3.2.

Численность микроорганизмов на агаре Левина, выращенных из проб, взятых в феврале 2016 года и замороженных

Разведение	Повторности					
	1	2	3	4	5	6
1*10-4	736	567	638	573	639	705
1*10-5	309	355	284	320	385	348
1*10-6	274	349	303	221	256	233

Расчет общего микробного числа (ОМЧ) микроорганизмов в 1 мл образца проводили следующим образом: среднее значение микроорганизмов данного разведения делили на разведение и умножали на 0,5 мл (объем суспензии микроорганизмов, взятый для посева).

ОМЧ для питательного агара разведения 1*10-6 составило 216250000 КОЕ/г, для агара Левина – 135850000 КОЕ/г.

$$A1=432,5/0,000001*0,5=216250000 \text{ КОЕ/г (для питательного агара);}$$

$$A2=271,7/0,000001*0,5=135850000 \text{ КОЕ/г (для агара Левина).}$$

3.1.2. Анализ пробы №2

Второй анализ численности микроорганизмов проводили в мае 2016 года. На рисунках 3.2.1. и 3.2.2. показаны колонии микроорганизмов, выращенных на питательном агаре и на агаре Левина, соответственно.

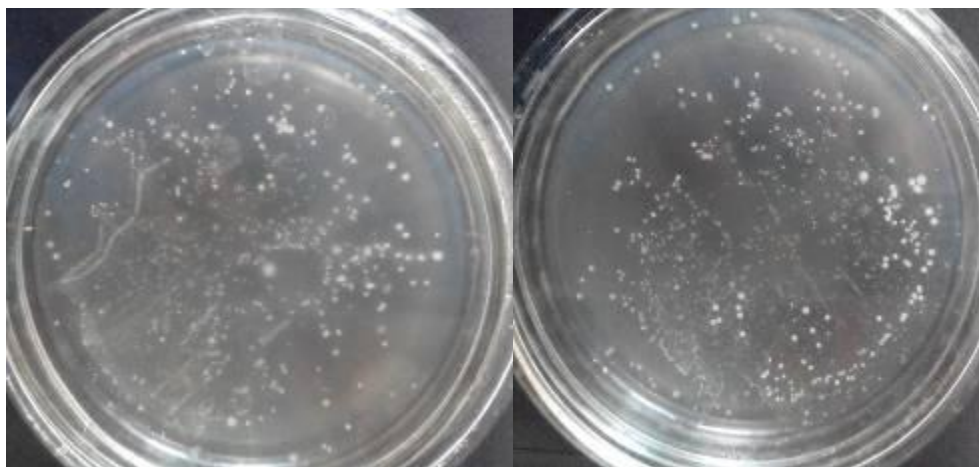


Рис. 3.2.1. колонии микроорганизмов на питательном агаре (слева разведение $1 \cdot 10^{-4}$, справа – $1 \cdot 10^{-5}$)

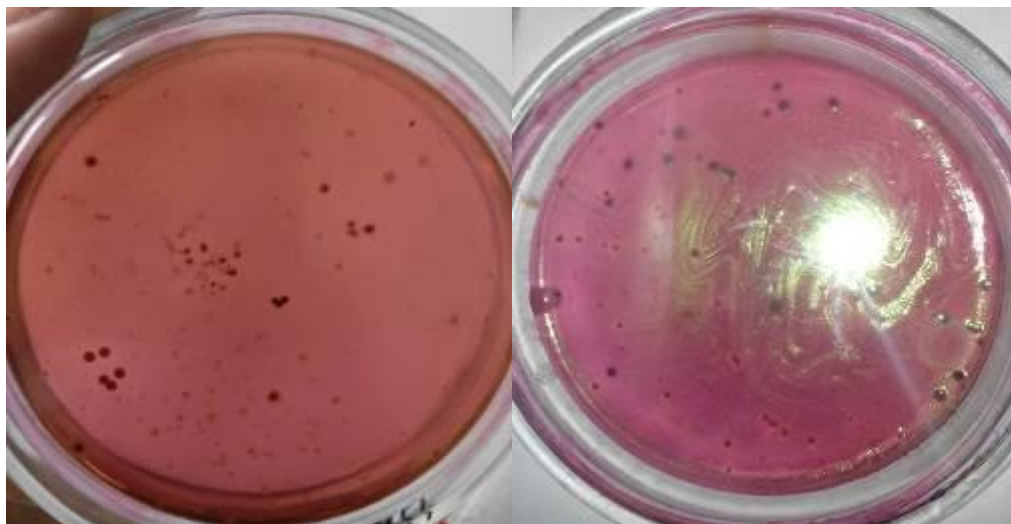


Рис. 3.2.2. колонии микроорганизмов на агаре Левина (слева разведение $1 \cdot 10^{-6}$, справа – $1 \cdot 10^{-5}$)

В таблицах 3.3. и 3.4. представлены цифровые значения количества бактерий полученные на питательном агаре и агаре Левина соответственно.

Таблица 3.3.

Численность микроорганизмов на питательном агаре, выращенных из проб, взятых в мае 2016 года и замороженных

Разведение	Повторности					
	1	2	3	4	5	6
$1 \cdot 10^{-4}$	913	111 3	933	822	902	928
$1 \cdot 10^{-5}$	698	750	639	803	620	741
$1 \cdot 10^{-6}$	403	422	471	480	375	366

Таблица 3.4.

Численность микроорганизмов на агаре Левина, выращенных из проб, взятых в мае 2016 года и замороженных

Разведение	Повторности					
	1	2	3	4	5	6
$1 \cdot 10^{-4}$	656	648	692	584	725	732
$1 \cdot 10^{-5}$	312	290	337	310	263	314
$1 \cdot 10^{-6}$	279	217	199	260	208	240

ОМЧ для питательного агара разведения $1 \cdot 10^{-6}$ составило 210085000 КОЕ/г, для агара Левина – 118085000 КОЕ/г.

$$A1 = 420,17 / 0,000001 * 0,5 = 210085000 \text{ КОЕ/г (для питательного агара);}$$

$$A2 = 236,17 / 0,000001 * 0,5 = 118085000 \text{ КОЕ/г (для агара Левина).}$$

3.2. Микроскопическое исследование микрофлоры субстрата для стадии гидролиза при получении биогаза

После того, как мы подсчитали количество колоний микроорганизмов, выросших на питательных средах, нами было проведено микроскопическое исследование данных колоний. Для того чтобы определить род бактерий, мы измеряли размер клеток микроорганизмов и проводили их окраску по Граму.

Таблица 3.5.

Описание колоний, выросших на среде Левина

Описание колонии	Средний размер бактерий, мкм			
	Февраль 2016		Май 2016	
	палочки	кокки	палочки	кокки
Черно-синие колонии с металлическим блеском.	$3,095 \pm 0,490$	$1,181 \pm 0,566$	$3,008 \pm 1,054$	$1,189 \pm 0,379$
Светло-бордовые колонии. Края ровные. Центр выпуклый. Поверхность глянцевая.	$2,541 \pm 0,660$	$1,087 \pm 0,628$	$2,528 \pm 0,479$	$1,083 \pm 0,431$
Бледно-розовые колонии. Края ровные. Центр выпуклый. Поверхность глянцевая.	$2,200 \pm 1,399$	$1,098 \pm 0,438$	$2,240 \pm 0,813$	$1,096 \pm 0,455$
Розовые колонии. Края ровные. Центр выпуклый. Поверхность глянцевая.	$2,723 \pm 0,788$	$1,093 \pm 0,397$	$2,721 \pm 0,827$	$1,108 \pm 0,383$
Серо-розовые колонии. Края ровные. Центр выпуклый. Поверхность глянцевая.	$2,680 \pm 0,790$	$1,124 \pm 0,378$	$2,692 \pm 0,803$	$1,124 \pm 0,375$

Таблица 3.6.

Описание колоний, выросших на среде МПА

Описание колонии	Средний размер бактерий, мкм			
	Февраль 2016		Май 2016	
	палочки	кокки	палочки	кокки
Белые колонии. Края не ровные. Центр выпуклый. Поверхность глянцевая.	2,269 ± 1,481	1,070 ± 0,511	2,271 ± 0,518	1,075 ± 0,252
Бледно-кремовые колонии. края ровные. Центр выпуклый. Поверхность глянцевая.	2,300 ± 1,611	1,033 ± 0,633	2,303 ± 1,067	1,056 ± 0,332
Кремовые колонии. Края не ровные-разросшиеся. Цент выпуклый. Поверхность матовая.	3,220 ± 1,153	1,273 ± 0,771	3,201 ± 1,223	1,249 ± 0,635

3.2.1. Окраска бактерий по Граму

На рисунках 3.3. – 3.10. представлены микропрепараты бактерий, окрашенных по Граму.

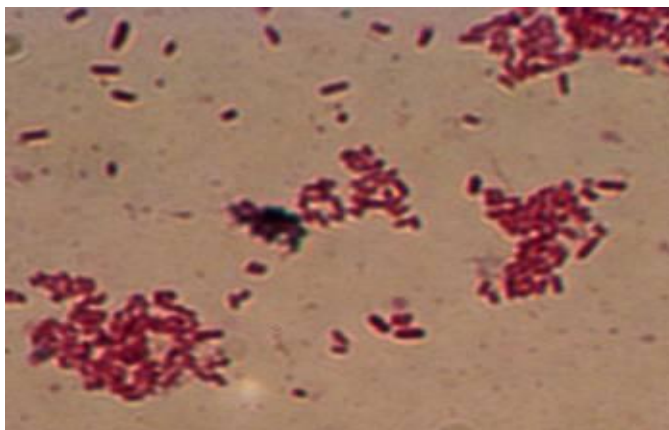


Рис. 3.3. Черно-синие колонии с металлическим блеском. Среда Левина

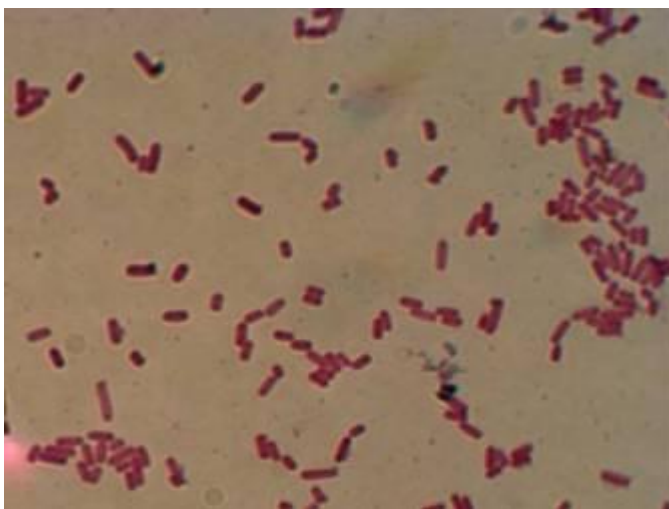


Рис. 3.4. Светло-бордовые колонии. Края ровные. Центр выпуклый. Поверхность глянцевая. Среда Левина

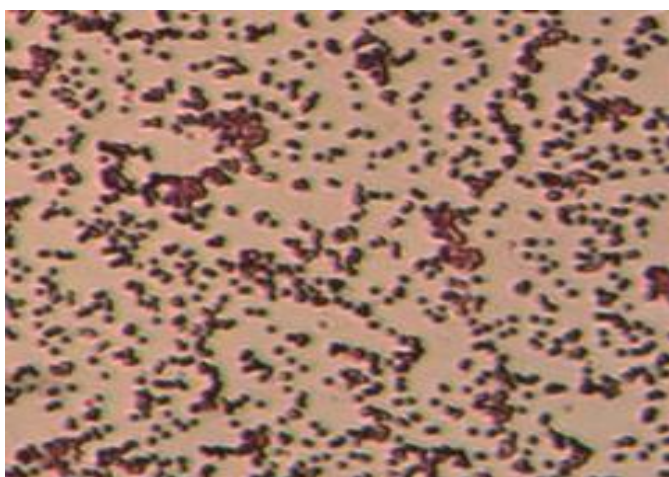


Рис. 3.5. Бледно-розовые колонии. Края ровные. Центр выпуклый. Поверхность глянцевая. Среда Левина



Рис. 3.6. Розовые колонии. Края ровные. Центр выпуклый. Поверхность глянцевая.
Среда Левина

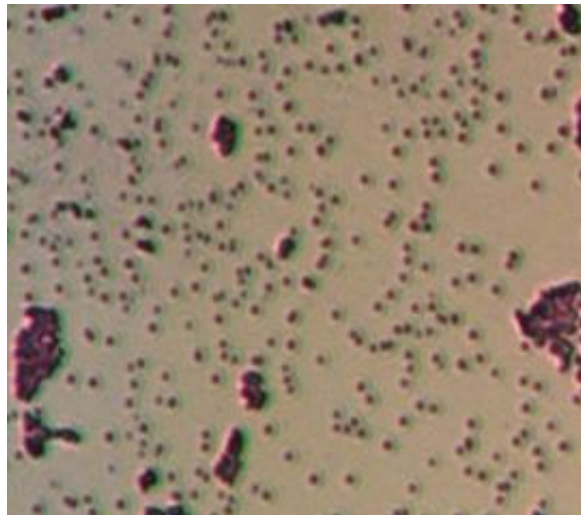


Рис. 3.7. Серо-розовые колонии. Края ровные. Центр выпуклый. Поверхность глянцевая. Среда Левина

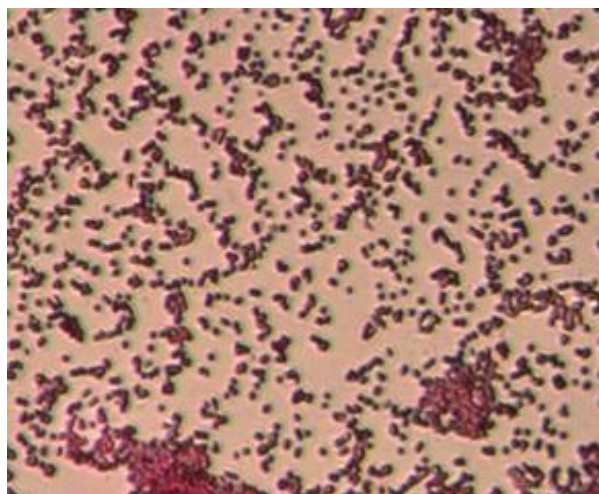


Рис. 3.8. Белые колонии. Края не ровные. Центр выпуклый. Поверхность глянцевая.
Среда МПА

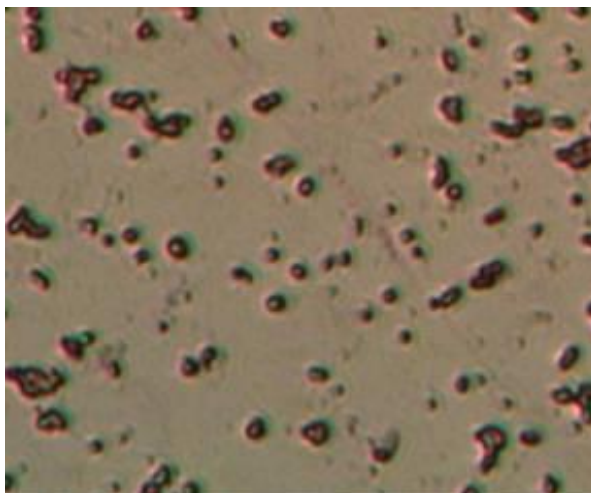


Рис. 3.9. Бледно-кремовые колонии. края ровные. Центр выпуклый. Поверхность глянцевая. Среда МПА

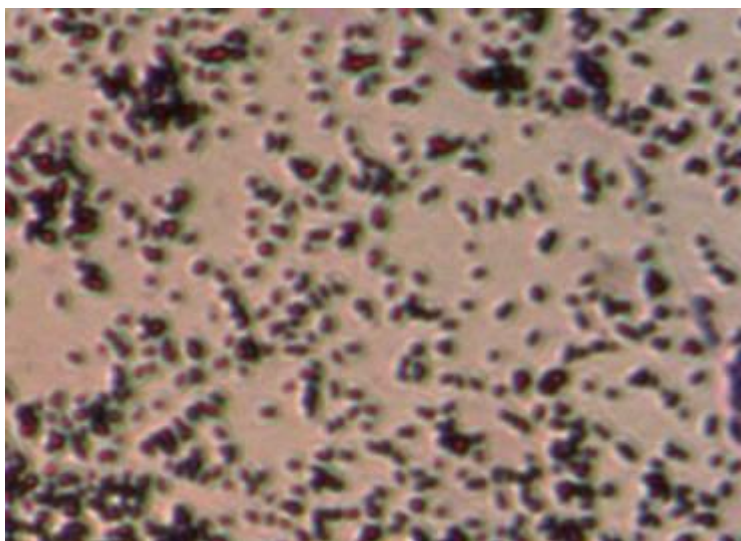


Рис. 3.10. Кремовые колонии. Края не ровные-разросшиеся. Цент выпуклый. Поверхность матовая. Среда МПА

В ходе опытов нам удалось установить следующие роды микроорганизмов: *Ruminococcus*, *Bacteroides*, *Peptostreptococcus*, *Butyrivibrio*, *Escherichia*, *Pseudomonas* [48].

На рисунках 3.11.-3.16. представлены фотографии микропрепаратов вышеперечисленных микроорганизмов.

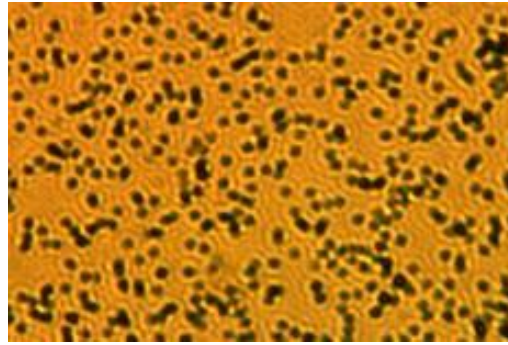


Рис.3.11. микропрепарат *Ruminococcus*

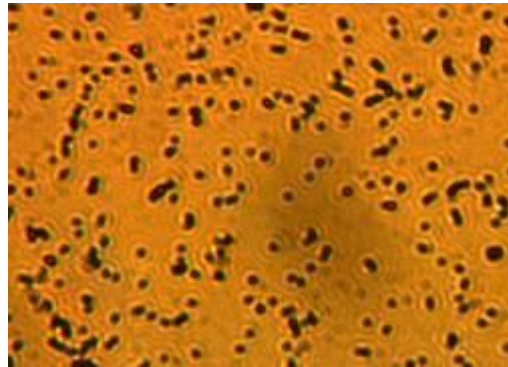


Рис. 3.12. Микропрепарат *Bacteroides*



Рис.3.13. Микропрепарат *Peptostreptococcus*

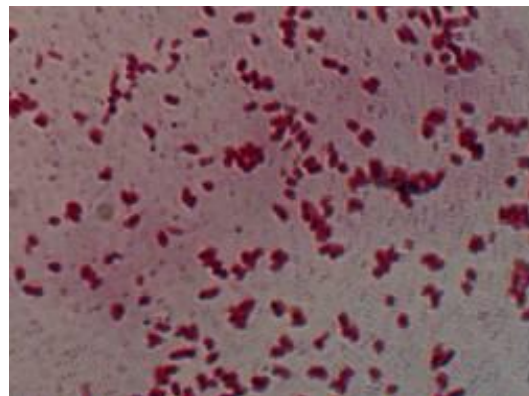


Рис. 3.14. Микропрепарат *Butyrivibrio*

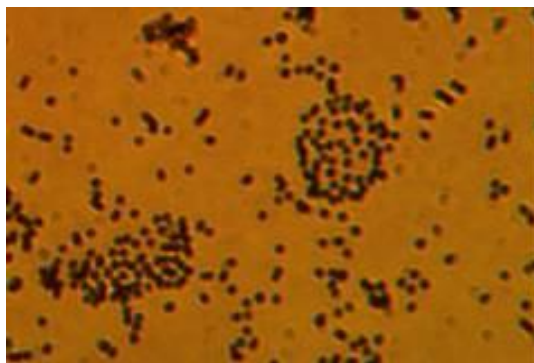


Рис. 3.15. Микропрепарат *Escherichia*

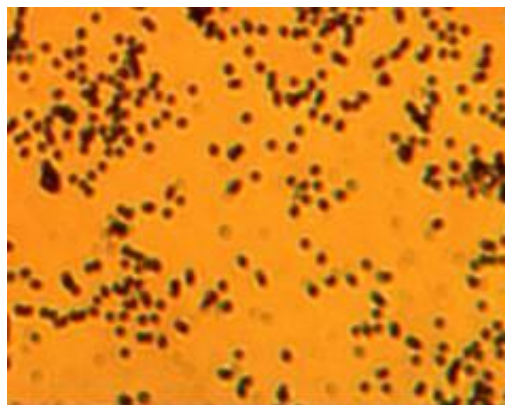


Рис.3.16. Микропрепарат *Pseudomonas*

3.2.2. Посев микроорганизмов методом истощающего штриха

На рисунках 3.17. – 3.24. представлены фотографии чашек Петри, посев на которые осуществлялся методом истощающего штриха (слева) и фотографии микропрепаратов соответствующих колоний (справа).

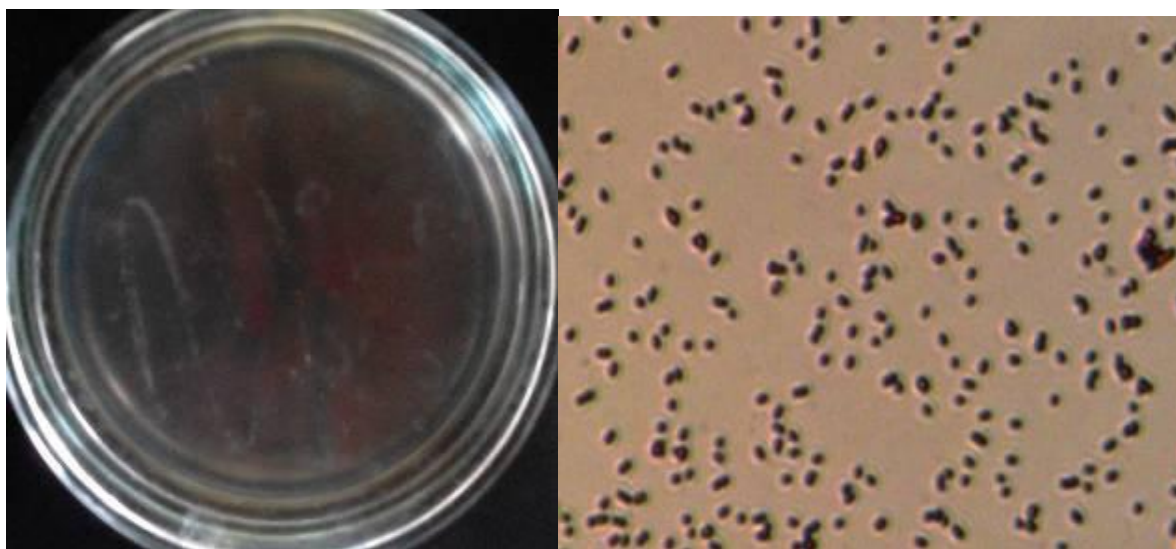


Рис. 3.17. Белые колонии. Края не ровные. Центр выпуклый. Поверхность глянцевая

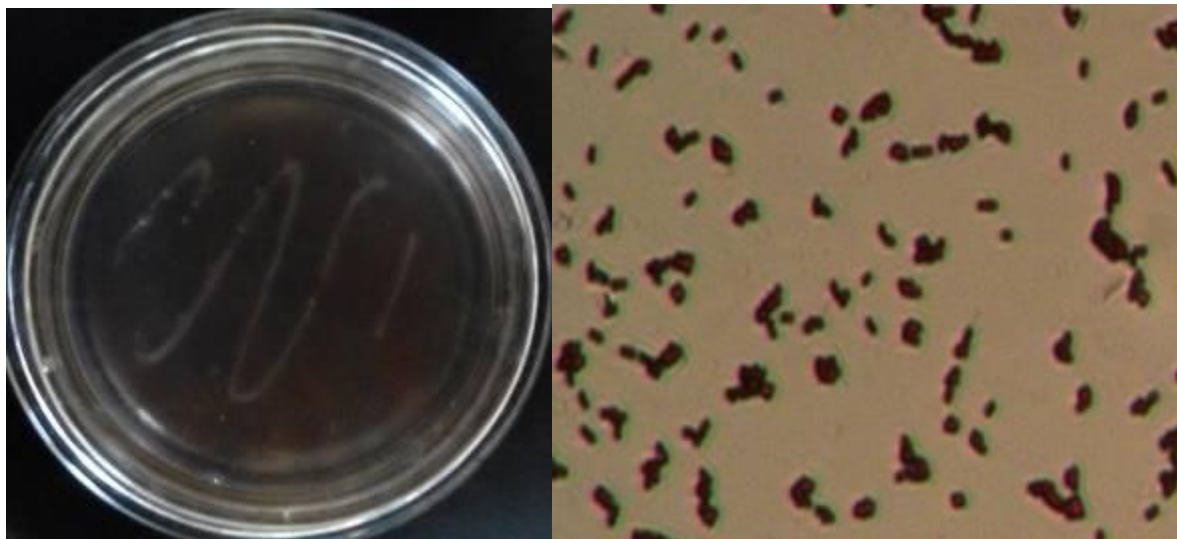


Рис. 3.18. Бледно-кремовые колонии. края ровные. Центр выпуклый. Поверхность
глянцевая

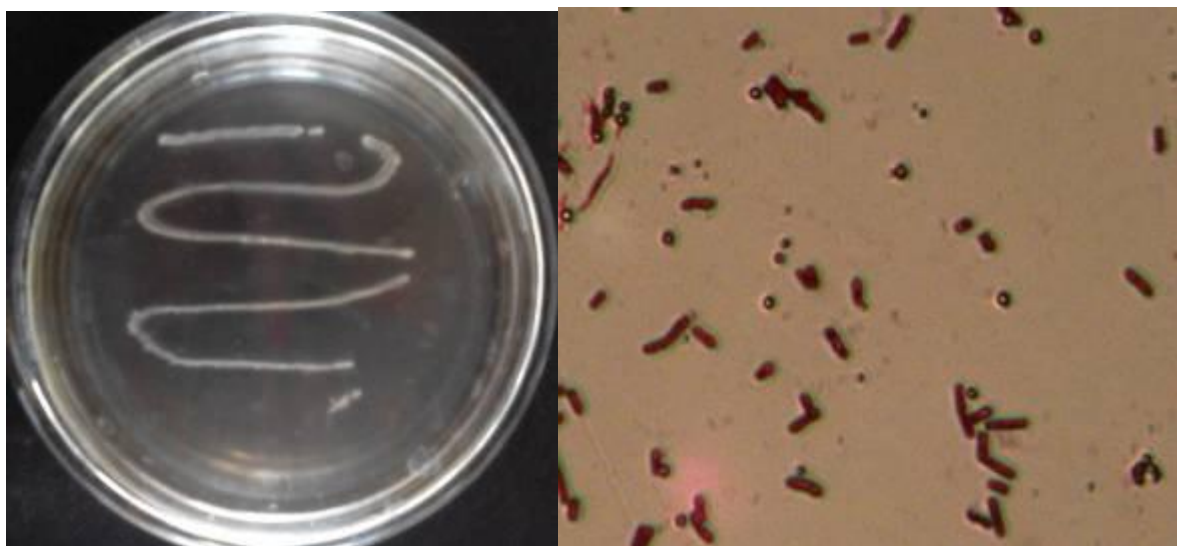


Рис.3.19. Кремовые колонии. Края не ровные-разросшиеся. Цент выпуклый.
Поверхность матовая



Рис. 3.20. Черно-синие колонии с металлическим блеском

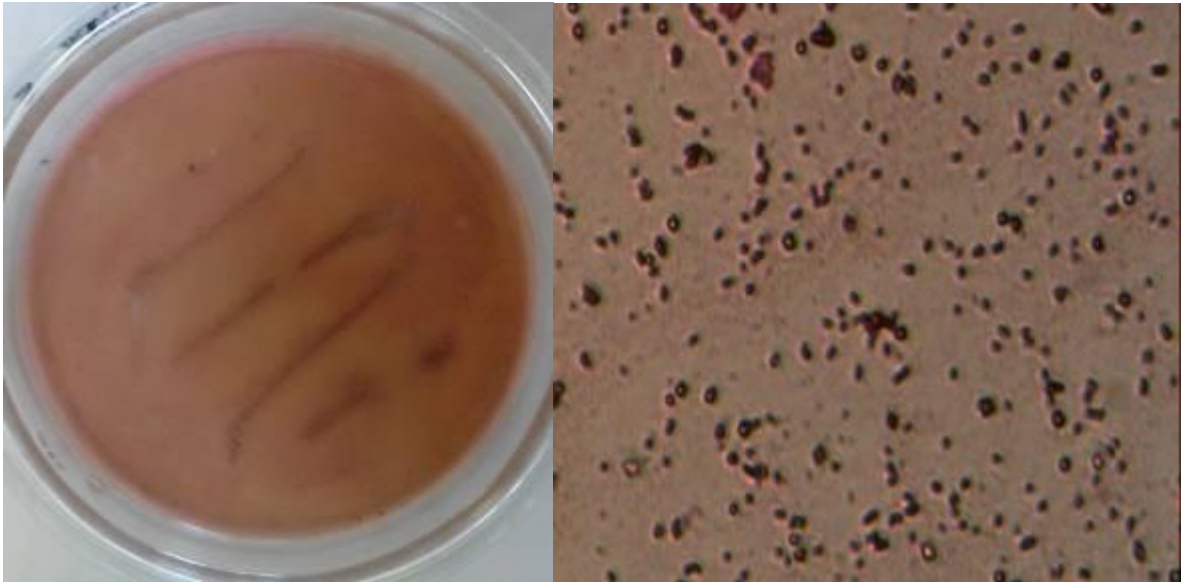


Рис. 3.21. Светло-бордовые колонии. Края ровные. Центр выпуклый. Поверхность глянцевая

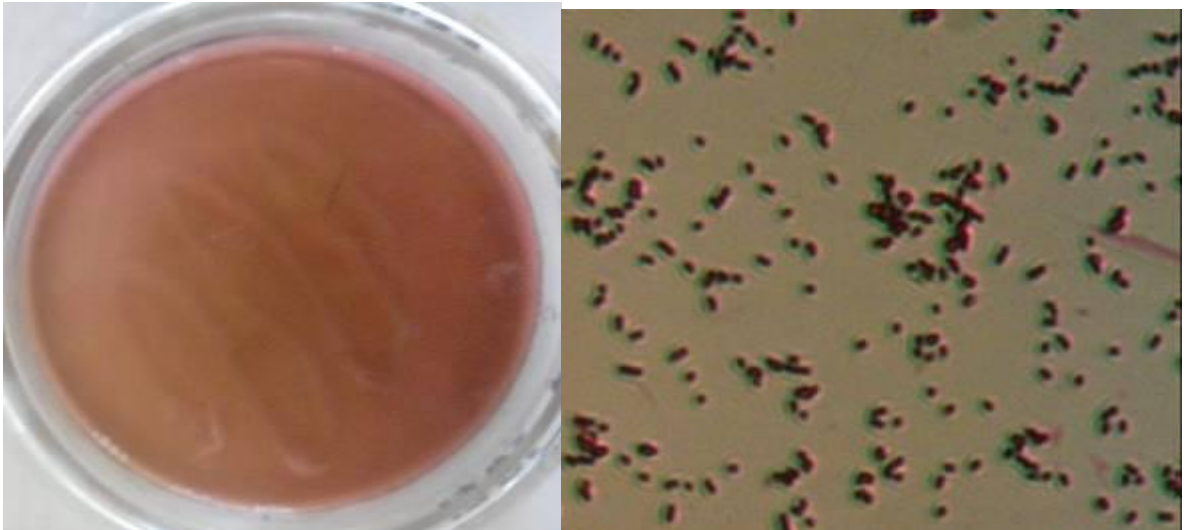


Рис. 3.22. Бледно-розовые колонии. Края ровные. Центр выпуклый. Поверхность глянцевая

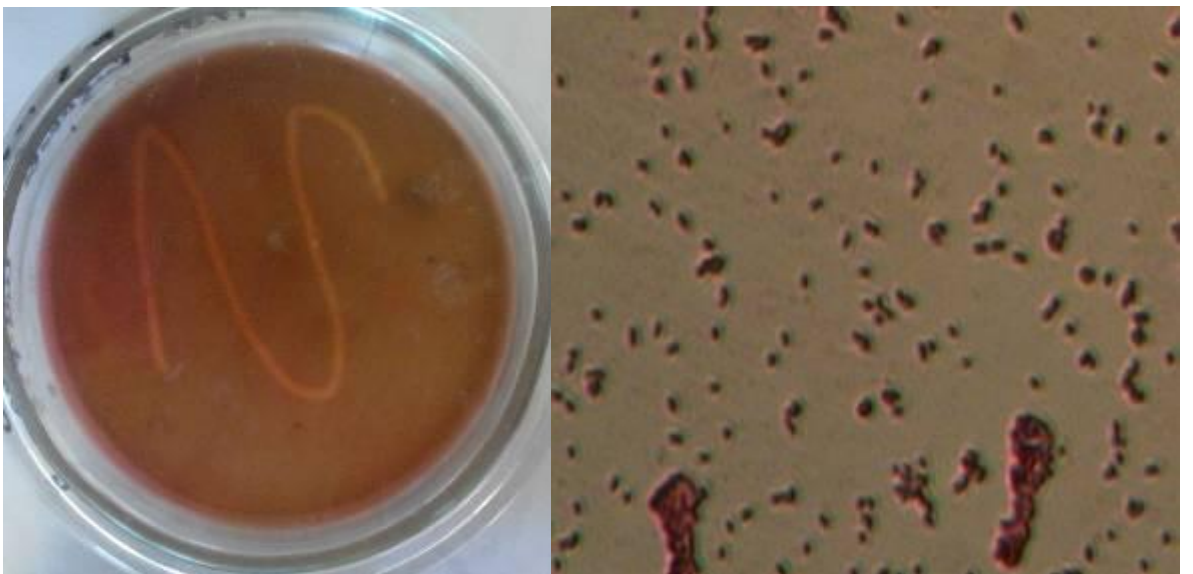


Рис. 3.23. Розовые колонии. Края ровные. Центр выпуклый. Поверхность глянцевая

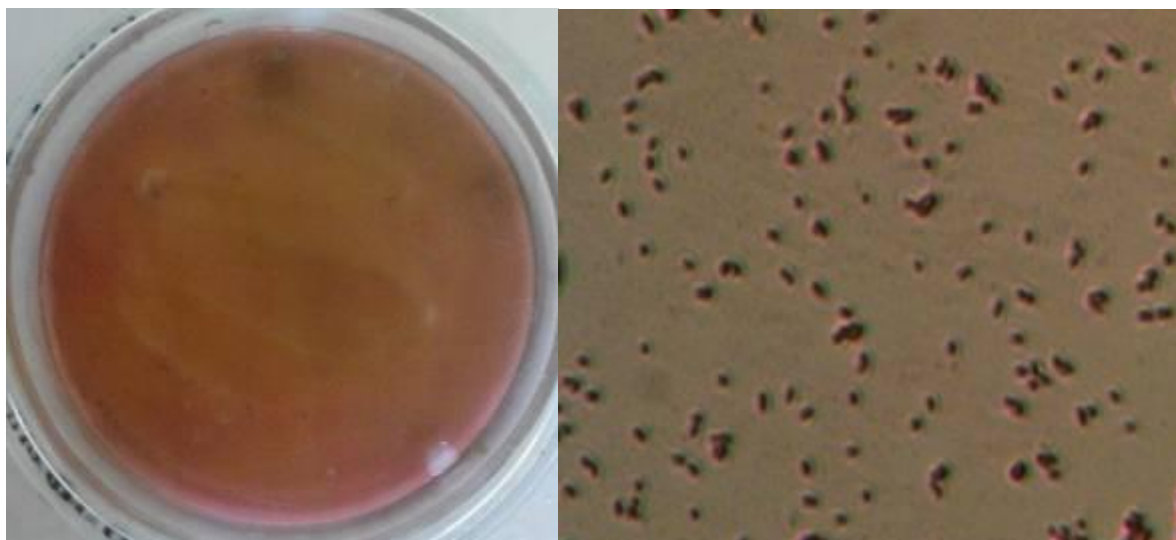


Рис. 3.24. Серо-розовые колонии. Края ровные. Центр выпуклый. Поверхность глянцевая

3.3. Статистическая обработка цифровых данных методом дисперсионного анализа

Таблица 3.7.

Дисперсионный анализ. Среда МПА, разведение $1 \cdot 10^{-4}$.

ИТОГИ

Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия
Столбец 1	6	5605	934,1667	9215,767
Столбец 2	6	5574	929	13277,6

Дисперсионный анализ

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	80,08333	1	80,08333	0,007121	0,934417	4,964603
Внутри групп	112466,8	10	11246,68			
Итого	112546,9	11				

Из таблицы 3.7. видно, что различий в количестве КОЕ между пробами из февральского и майского субстрата не наблюдается.

Таблица 3.8.

Дисперсионный анализ. Среда МПА, разведение $1 \cdot 10^{-5}$.

ИТОГИ

<i>Группы</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>
Столбец 1	6	4219	703,1667	4520,967
Столбец 2	6	4265	710,8333	4734,967

Дисперсионный анализ

<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	176,3333	1	176,3333	0,038102	0,849148	4,964603
Внутри групп	46279,67	10	4627,967			
Итого	46456	11				

Из таблицы 3.8. видно, что различий в количестве КОЕ между пробами из февральского и майского субстрата не наблюдается.

Таблица 3.9.

Дисперсионный анализ. Среда МПА, разведение $1 \cdot 10^{-6}$.

ИТОГИ

<i>Группы</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>
Столбец 1	6	2577	429,5	2643,1
Столбец 2	6	2521	420,1667	2545,367

Дисперсионный анализ

<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	261,3333	1	261,3333	0,100736	0,757476	4,964603
Внутри групп	25942,33	10	2594,233			
Итого	26203,67	11				

Из таблицы 3.9. видно, что различий в количестве КОЕ между пробами из февральского и майского субстрата не наблюдается.

Таблица 3.10.

Дисперсионный анализ. Агар Левина, разведение $1 \cdot 10^{-4}$.

ИТОГИ

<i>Группы</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>
Столбец 1	6	3852	642	4642
Столбец 2	6	4031	671,8333	3076,167

Дисперсионный анализ

<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	2670,083	1	2670,083	0,691896	0,424938	4,964603
Внутри групп	38590,83	10	3859,083			
Итого	41260,92	11				

Из таблицы 3.10. видно, что различий в количестве КОЕ между пробами из февральского и майского субстрата не наблюдается.

Таблица 3.11.

Дисперсионный анализ. Агар Левина, разведение $1 \cdot 10^{-5}$.

ИТОГИ

<i>Группы</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>
Столбец 1	6	2005	334,1667	1274,167
Столбец 2	6	1840	306,6667	625,0667

Дисперсионный анализ

<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	2268,75	1	2268,75	2,389122	0,153217	4,964603
Внутри групп	9496,167	10	949,6167			
Итого	11764,92	11				

Из таблицы 3.11. видно, что различий в количестве КОЕ между пробами из февральского и майского субстрата не наблюдается.

Таблица 3.12.

Дисперсионный анализ. Агар Левина, разведение $1 \cdot 10^{-6}$.

ИТОГИ

<i>Группы</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>		
Столбец 1	6	1630	271,6667	2253,867		
Столбец 2	6	1417	236,1667	1141,367		
Дисперсионный анализ						
<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	3780,75	1	3780,75	2,227093	0,166469	4,964603
Внутри групп	16976,17	10	1697,617			
Итого	20756,92	11				

Из таблицы 3.12. видно, что различий в количестве КОЕ между пробами из февральского и майского субстрата не наблюдается.

3.4. Размер микроорганизмов

Из результатов опытов видно, что достоверные различия в КОЕ отсутствуют. Это подтверждается таблицами 3.7.-3.12. Судя по данным таблицам, численность микрофлоры в февральском и майском субстратах примерно одинаковая. Это объясняется тем, что, во-первых, на стадии гидролиза поддерживаются постоянные условия, не зависящие от времени года, во-вторых, субстрат, также имеет подинаковый состав.

3.4.1. Размер микроорганизмов пробы №1

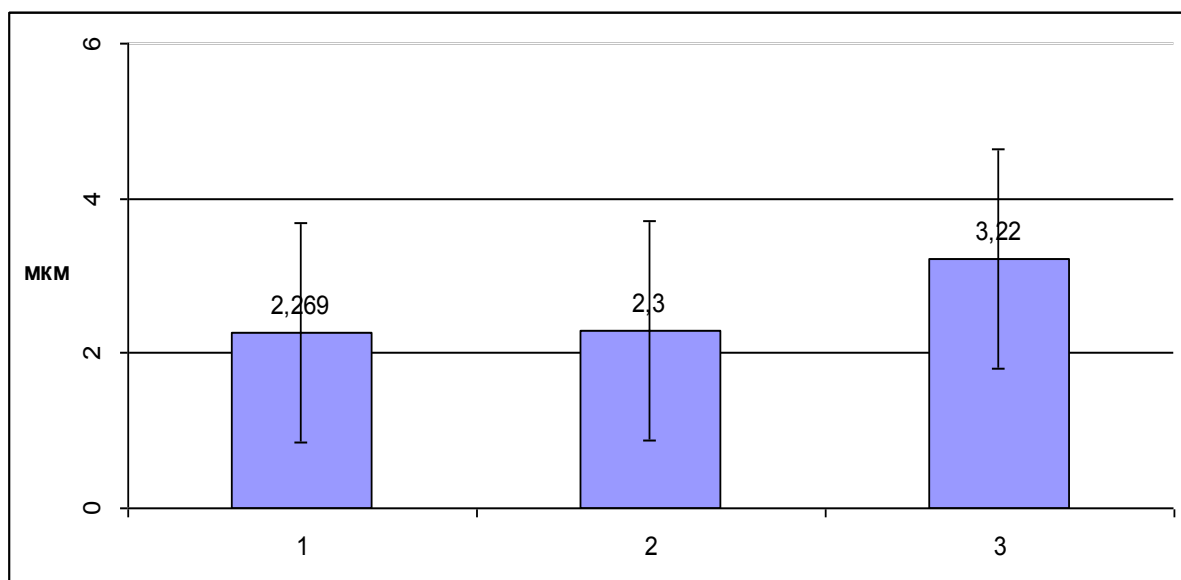


Рис. 3.25. Размер микроорганизмов на среде МПА (палочки)

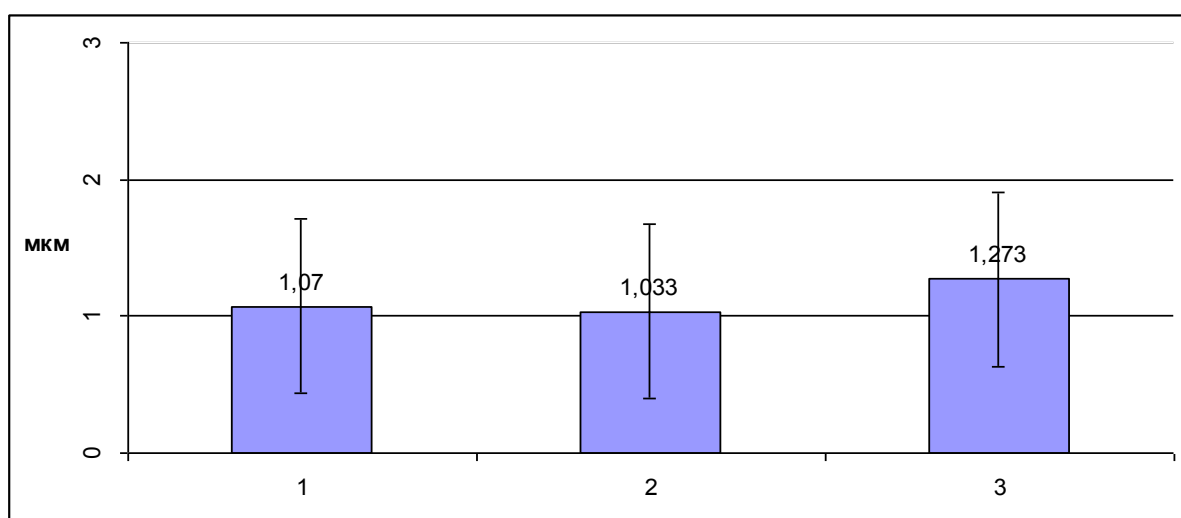


Рис. 3.26. Размер микроорганизмов на среде МПА (кокки)

На рисунках 3.25. и 3.26. под цифрой 1 представлен средний размер колоний белого цвета, под цифрой 2 – бледно-кремовые колонии, под цифрой 3- кремовые колонии.

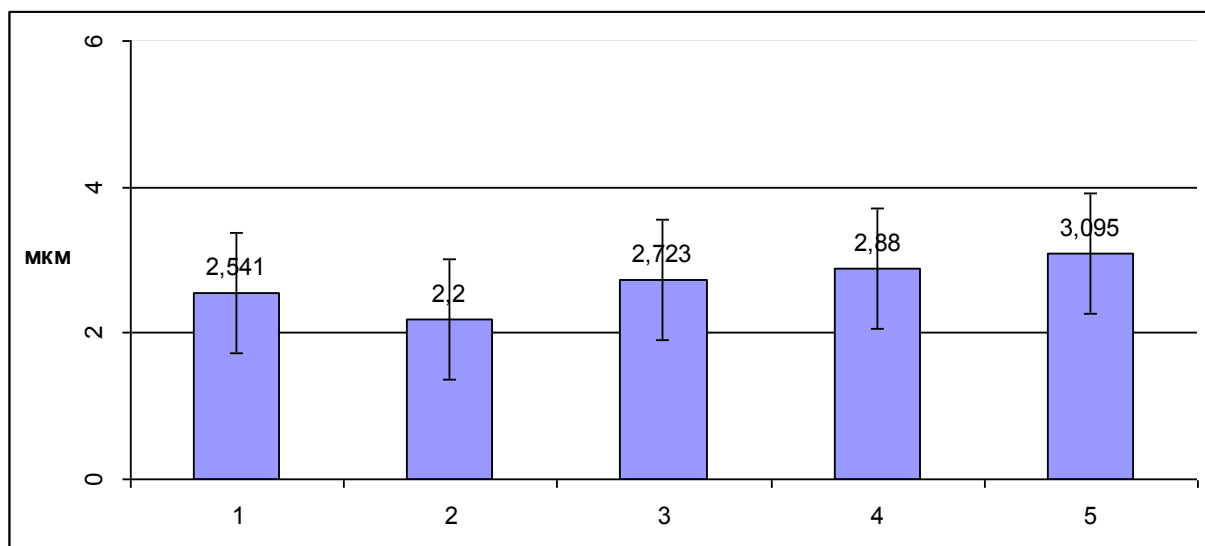


Рис. 3.27. размер микроорганизмов на среде Левина (палочки)

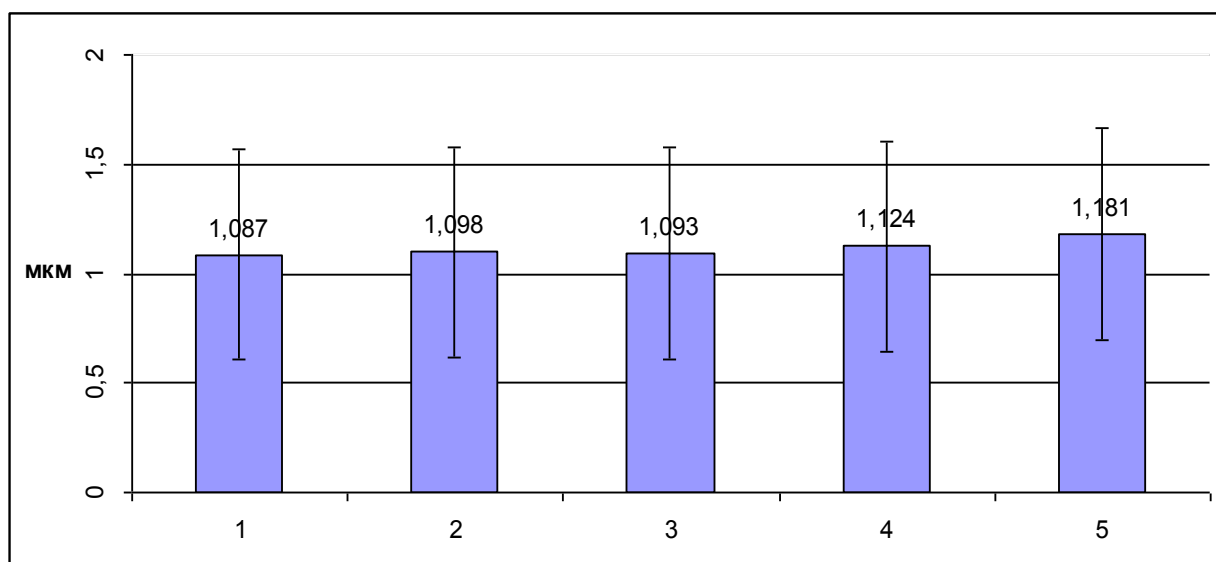


Рис. 3.28. размер микроорганизмов на среде Левина (кокки)

На рисунках 3.27. и 2.28. под цифрой 1 представлен средний размер колоний с металлическим блеском, под цифрой 2 – светло-бордовые колонии, под цифрой 3- бледно-розовые колонии, 4-розовые колонии, 5-серо-розовые колонии.

3.4.2. Размер микроорганизмов пробы №2

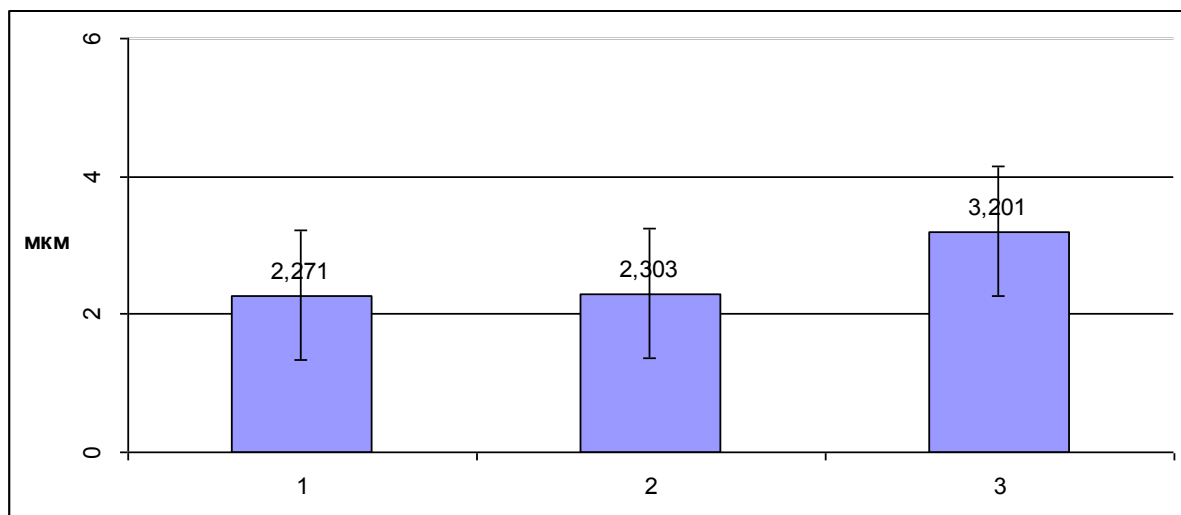


Рис. 3.29. размер микроорганизмов на среде МПА (палочки)

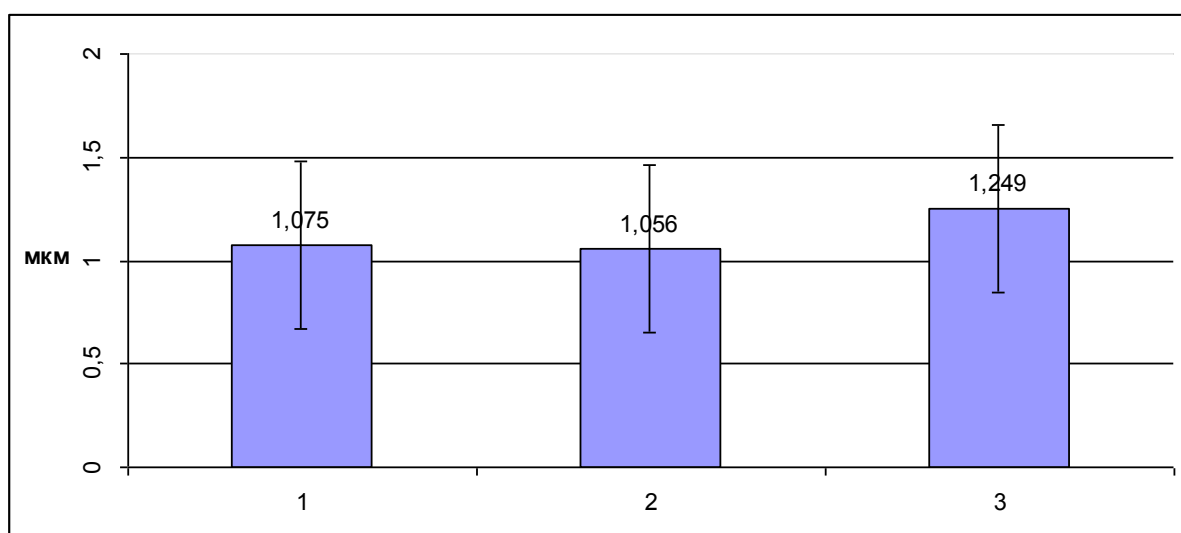


Рис. 3.30. размер микроорганизмов на среде МПА (кокки)

На рисунках 3.29. и 3.30. под цифрой 1 представлен средний размер колоний белого цвета, под цифрой 2 – бледно-кремовые колонии, под цифрой 3- кремовые колонии.

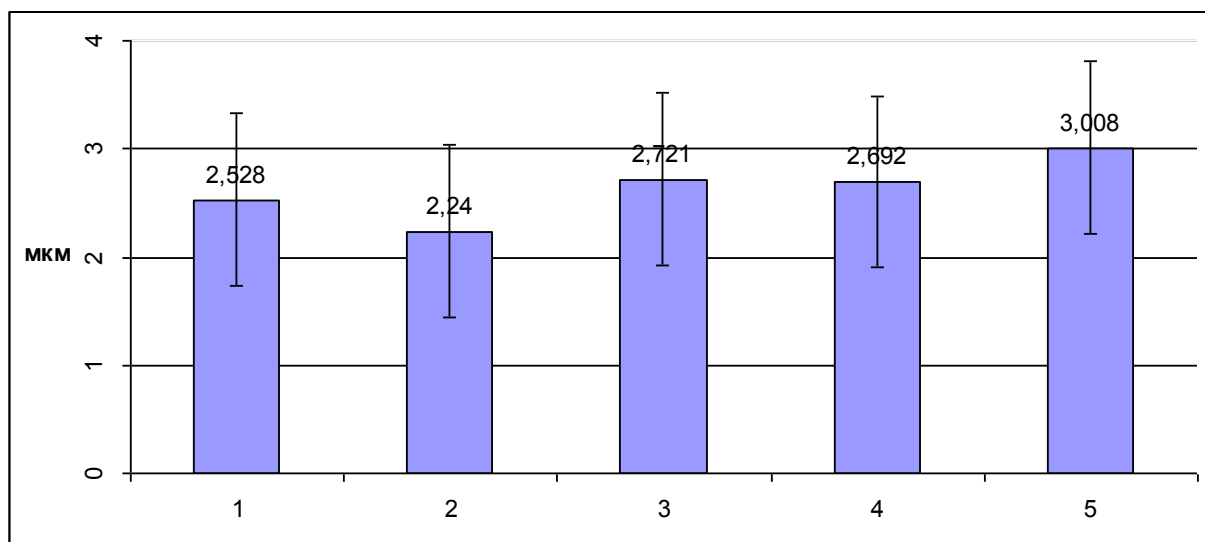


Рис. 3.31. размер микроорганизмов на среде Левина (палочки)

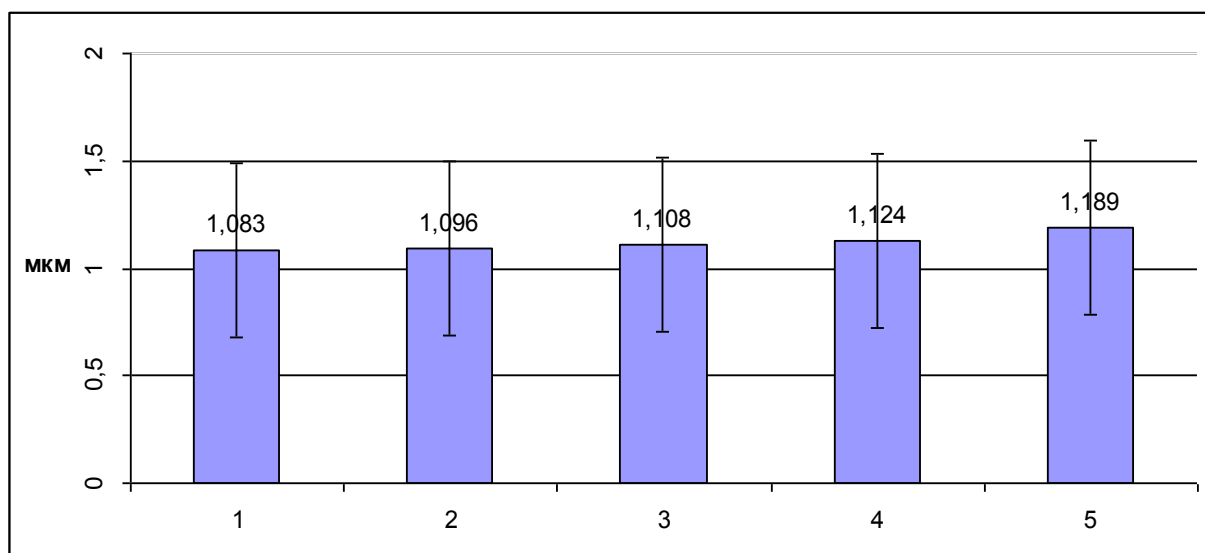


Рис. 3.32. размер микроорганизмов на среде Левина (кокки)

На рисунках 3.31. и 3.32. под цифрой 1 представлен средний размер колоний с металлическим блеском, под цифрой 2 – светло-бордовые колонии, под цифрой 3- бледно-розовые колонии, 4-розовые колонии, 5-серо-розовые колонии.

Из рисунках 3.25. – 3.32. видно, что размер бактериальных клеток соответствующих колоний одинаков.

3.5. Выход биогаза

В таблице 3.13. представлены опытные данные по загрузке метантенка и выходу биогаза, предоставленные компанией «АльтЭнерго». Ферментация длится 60 суток.

Таблица 3.13.

Состав сырья, используемого для загрузки метантенка.

Сырье	Масса, т	Выход биогаза м ³ /т
Кишпакеты	25	246
Мякотное сырье	7-10	566
Шлам и жир с птице фабрик	10-15	67
Кров птичья	10-15	810
Свинной навод	20-50	116

Судя по данным таблицы выход биогаза колеблется в значениях 13912-19830 м³. Это зависит от качественного состава сырья и от условий при которых будет проходить ферментация. От условий ферментации будет зависеть и видовой состав микрофлоры стадии гидролиза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день биотехнологии в энергетике активно развиваются, активно внедряются биотехнологические производства и микробиологическая переработка возобновляемых источников сырья для производства альтернативных видов энергии. Это позволяет существенно изменить промышленное и сельскохозяйственное производство, повысить эффективность использования природных ресурсов, решить экологические проблемы, создать новые альтернативные источники энергии.

Первой и наиболее важной стадией получения биогаза является стадия гидролиза. На этом этапе сахара, жиры и белки преобразуются в меньшие органические соединения: аминокислоты, простые сахара, жирные кислоты, и некоторые спирты. Важность этого этапа заключается в том, что большие органические полимеры слишком велики для усвоения микроорганизмами.

В результате исследования были получены микробиологические показатели субстрата для стадии гидролиза в производстве биогаза. Данные исследования проводились впервые для биогазовой станции «Лучки» компании «АльтЭнерго». Мы проанализировали основные сведения о стадии гидролиза в данном биотехнологическом производстве. Исследования проводились с

учетом особенностей технологического процесса микробиологической переработки возобновляемого органического сырья. В ходе работы ознакомились с методами исследования микрофлоры микроорганизмов.

Микроскопическое исследование образцов субстрата для стадии гидролиза в производстве биогаза позволило определить до рода некоторые микроорганизмы, а так же вычислить их количественное содержание в образцах. Выделить данные микроорганизмы в чистую культуру не удалось так, как в одной колонии микроорганизмов присутствовали как палочки, так и кокки. Разделить их при пересеве штрихом не удалось.

На основании проведенной работы были сделаны следующие выводы:

1. Сырьем для получения биогаза может служить широкий спектр органических отходов: твердые и жидкие отходы агропромышленного комплекса, сточные воды, твердые бытовые отходы, отходы лесопромышленного комплекса. Состав сырья зависит от региональной направленности. Однако наиболее эффективным является использование отходов животноводческих и птицеводческих ферм, предприятий АПК и сточных вод.

2. В исследуемых пробах качественный и количественный состав микрофлоры был одинаковым. По критерию Фишера (с помощью программы Excel) было установлено, что достоверные различия между пробами в количестве колонеобразующих единиц отсутствуют.

В ходе работы по морфологическим признакам колоний и размеру бактериальных клеток нам удалось установить следующие роды микроорганизмов: *Ruminococcus*, *Bacteroides*, *Peptostreptococcus*, *Butyrivibrio*, *Escherichia*, *Pseudomonas*.

3. Суммарный выход биогаза из субстрата, пробы которого мы исследовали, в соответствии с опытными данными компании «АльтЭнерго» должен составлять 13242-18825 м³.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chartier P., Veriaux S. Biogas technology / Recherche. – 1980, 776 с;
2. Ivanova A. Alternative energy sources: types and principles of operation / International scientific review. – 2016. – № 2 (12). – 29-32 с.;
3. Kalyuzhny S.V. Biotechnological hydrogen production: fundamental principles and limiting factors / Катализ в промышленности. - 2016. - № 6. – 33-41 с.;
4. Tan Benilda V. Anaerobic digestion of some fruit processing wastes for biogas production /Alternative Energy Sources VIII. Proc. Secc. Non-Sol/ Energy Sth Miami Int. Conf., Miami Beach. Fla (New York, 14-16 Dec. 1997). – № 1. –1999. – 855-863 с;
5. Scholz V., Ellerbrock V. Biomass and Bioenergy. – 2002. – № 23. – 81-82 с;
6. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика в задачах и упражнениях. – М.: Юнити-Дана, 2001. – 270 с;
7. Алфименко О. К. Экологически чистые источники энергии / Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения . – 2016. – № 18. – 123-125 с.;

8. Аниева А. Г, Масленникова С. М., Курбанова М. Г., Гаазе З. В. Теоретико-методологические аспекты технико-экономической оценки производства биогаза из отходов сельского хозяйства / Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 8 (114). – 115 с;
9. Асонов Н.Р. Микробиология: учебник. — Москва: Колос, 2002. – 352 с;
10. Баадер В., Доне Е., Биогаз: теория и практика/ Пер. с нем. М.И.Серебряного. – М.: Колос, 1982. – 148 с;
11. Бекер М.Е., Лиепиньш Г.К., Райпулис Е.П. Биотехнология. – М.: Агропромиздат, 1990. – 334 с;
12. Берсенева О.А., Кулемина О.А. Возможности производства новых видов топлива из различных видов биомассы / Наука сегодня: опыт, традиции, инновации. - 2016. - № 66. – 10-12 с.;
13. Бирюков А.Б., Гнитиев П.А., Дробышевская И.П. Анализ технологии производства биогаза из органических отходов для замены природного газа / Вестник Донецкого национального технического университета. – 2017. - № 1 (7). – 25-31 с.
14. Бурмистров В. Н., Дрогунов С. В., Сафонов М. А., Шкирмантов А. Ю. Некоторые аспекты биоэнергетики — инновационные направления развития энергетики России / Электрика. – 2011. – № 9. –18–21 с;
15. Вандышева М. С. Биогаз – альтернативный источник энергии / Вестн. НГИЭИ. – 2014. – № 8. – 128 с;
16. Василов Р.Г. Биотопливо: биодизель, биоэтанол, биогаз / вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова. – 2007. – №3. – 56 с;
17. Винаров А.Ю., Ипатова Т.В., Соколов Д.П. и др. Биотехнология переработки отходов животноводства и птицеводства в органические удобрения. Хранение и переработка сельхоз сырья. – М.: «Мир», 1997. – 121 с;
18. Винаров А.Ю., Соколов Д.П., Смирнов В.П. и др. Направление интенсификации процессов переработки органических отходов в биотопливо /

- Московская международная науч.-практич. Конф. «Биотехнология: экология крупных городов». – 2010. – №21. – 232 с;
19. Виноградов А.Ю., Кухаренко А.А., Дирина Е.Н. Эффективность направленной переработки растительного сырья в биотопливо. Экология и промышленность. – М.: Москва, 2008. – 18 с;
20. Воробьев А.В., Быков А.С., Пашков Е.П., Рыбакова А.М. Микробиология. – М.: Медицина, 1998. – 336с;
21. Воробьева Л.И. Промышленная микробиология. – М.: Высшая школа, 1989. – 293с;
22. Галицкая П.Ю. Совместная утилизация отходов различных производств с получением полезных продуктов и биогаза / ученые записки Казанского университета. – 2011. – №153. – 160 с;
23. Геммеке Б., Ригер К., Вайланд П. Биогаз на основе возобновляемого сырья. – Германия: Агентство по возобновляемым ресурсам, 2010. – 118 с;
24. Герасименко В.Г. Биотехнология. – Киев: КВ УГТ, 2006. –475 с;
25. Горшков В.Н. Перспективные энергоносители для энергетических установок / Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом. - 2016.;
26. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология. – М.: Академия, 2007. – 55 с;
27. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 448с;
28. Гюнтер Л., Гольдфабр Л. Метантенки. – М: Академия, 1991. – 232 с;
29. Дергачева И.В., Салихов П.Т. Биогаз – электроэнергия, биоудобрение, тепло. – Ташкент: ПРООН, 2011. – 32 с;
30. Дирина Е.Н., Винаров А.Ю., Быков В.А. Проблемы и перспективы разработки биотехнологической утилизации отходов производства биодизеля из растительного сырья / Сельскохозяйственная биология. – 2008. – № 11. – 32 с;
31. Дубровский В.С., Виестур У.Е. Метановое сбраживание сельхоз отходов. – Рига, 1988. – 356 с;

32. Дуников Д.О. Биоводород: современное состояние и перспективы использования / Энергия: экономика, техника, экология. – 2016. - № 11. – 12-18с.;
33. Егорова Т.А., Клунова С.М.. Основы биотехнологии. – М.: Академия, 2003 – 207с;
34. Елинов Н.П., Заикина Н.А., Соколова И.П. Руководство к лабораторным работам по микробиологии / под редакцией Елинова Н.П. – М.: Медицина, 1987. – 78 с;
35. Жданов В.М. Занимательная микробиология. – М.: Знание, 1967. – 192 с;
36. Зеленин А.Г., Козлов Е.А., Шешеня И.Б. Использование биогаза в энергетике / Молодежь и научно-технический прогресс. – 2016. - № 23. – 102-103 с.;
37. Казаков А. Н., Дуников Д. О. перспективные водородпоглощающие материалы для решения проблем очистки и хранения биоводорода / Водородные энергетические технологии. – 2017. - № 7. – 129-135 с.;
38. Князева А. В., Голубев Л. Г., Филиппов А. К. Модульный биореактор для выработки биогаза (метана). Тепломас-собоменные процессы и аппараты химической технологии / межвуз. тематич. сб. науч. тр. Казан. ГТУ. –2002. – № 3. – 121–125 с;
39. Козловский Б.Л., Ермолаева О.Ю. Математические методы в биологии. – Ростов-на-Дону, 2012. – 109 с;
40. Красникова Л.В. Микробиология: учебное пособие. — СПб.: Троицкий мост, 2012. — 296 с;
41. Мамантов А. Ю. Обоснование параметров технологической схемы «Отходы животноводства → биогаз → электроэнергия» / Вестник Красноярского Государственного аграрного университета. – 2016. - № 1 (112). – 58-65 с.;
42. Мариненко Е.Е. Основы получения и использования биотоплива для решения вопросов энергосбережения и охраны окружающей среды в жилищно-

- коммунальном и сельском хозяйстве: Учебное пособие. – Волгоград: ВолгГАСА, 2003. –100 с;
43. Мерзляков А. Ю., Выгузова М. А., Кудряшова А. Г. Способ получения биоводорода из органических отходов / Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. – 2017. - № 17-1. – 29-31 с.;
44. Мишустин Е.Н., Емцев В.Т. Микробиология. – М.:Агропромиздат, 1987. – 94 с;
45. Нетрусов А.И. Практикум по микробиологии. – Академия, 2005. – 114 с;
46. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Общая микробиология, - М.: Академия, 2007. – 97 с;
47. Никитин Г.А. Метановое брожение в биотехнологии. – К.: Вища школа, 1990. –207 с;
48. Определитель бактерий Берджи в 2-х т. Пер с англ/под редакцией Дж. Хоулта, Н. Крема, П. Снита, Дж. Стейли, С. Уильямса. – М.: - Мир, 1997. – 432 с;
49. Пашенко О.В., Морозов А.В. Основы микробиологии: учебное пособие. – Волгоград: Издательство: РГТЭУ, 2011. – 139 с;
50. Практикум по микробиологии/под редакцией Шильниковой В.К. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с;
51. Промышленная микробиология. Под ред. Н.С.Егорова. – М.: Высшая школа, 1989. – 688 с;
52. Работнова И.Л. Общая микробиология. – М.: Высшая школа, 1966. – 271 с;
53. Сассон А., Биотехнология: свершения и надежды: Пер. с англ. /Под ред. В.Г.Дебабова. – М.: Мир, 1987. – 411 с;
54. Селивановская С.Ю. Отходы производства и потребления: правовое регулирование, утилизация, размещение. – Казань, 2009. – 222 с;
55. Сидоренко О.Д., Борисенко Е.Г., Ванькова А.А, Войно Л.И. Микробиология. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 287 с;
56. Сиротин А.А. Практикум по микробиологии. – Белгород. 2007. – 78 с;

57. Стребков Д. С., Ковалев А. А. Биогазовые установки для обработки отходов животноводства / Техника и оборудование для села. – 2006. – №11. – 28–30 с;
58. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии./под редакцией В.К. Шильниковой. – Дрофа, 2004. – 256 с;
59. Царенко Т.М. Курс лекций по микробиологии. – Витебск: Изд-во УО «ВГУ им. П. М. Машерова», 2004. – 174 с;
60. Шомин А. А. Биогаз на сельском подворье. — Балаклея: Информационно-издательская компания "Балаклійщина", 2002. — 68 с;
61. Эдер Б., Шульц Х. Биогазовые установки. Практическое пособие. Под ред. И. А. Реддих. – М: Мир, 2011. – 486 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

Таблица 1.

Выход биогаза из различного вида сырья

№ п/п	Дата загрузки	Образец	СВ, %	оСВ, %	Продолжительность ферментации, сутки	Суммарный выход биогаза, м ³ /т
1	12.01.2017	Силос кукурузный 1 тр	27,75	93,98	77	176
2	12.01.2017	Силос кукурузный 1 тр *2	27,75	93,98	77	149
3	12.01.2017	Силос кукурузный 1 тр *3	27,75	93,98	77	141
4	12.01.2017	Силос кукурузный 1 тр *4	27,75	93,98	77	51
5	12.01.2017	Отходы зерновых (зернобобовых культур)	36,74	70,01	77	107
6	13.01.2017	Кровь (Новоездоцкая)	14,98	92,59	76	95
7	13.01.2017	Кровь (МПЗ АБ)	17,42	94,89	76	103
8	13.01.2017	Шлам (МПЗ АБ)	18	85,83	76	35
9	13.01.2017	Шлам Новоездоцкий	30,44	89,82	76	267
10	13.01.2017	Жир Новоездоцкая	47,52	98,12	76	470
11	17.01.2017	Шелуха семечек не измельченная	90,07	95,87	72	537
12	17.01.2017	Шелуха семечек измельченная	90,07	95,87	72	565
13	17.01.2017	Зерна семечек не измельченные	94,6	97,84	72	749
14	17.01.2017	Зерна семечек измельченные	94,6	97,84	72	794
15	17.01.2017	Жмых подсолнечника	88,67	93,06	72	456
16	17.01.2017	Ботва теплиц НовоСадовый	15,67	68,59	72	67
17	17.01.2017	Куриный помет	61,35	75,97	72	293
18	17.01.2017	Осветленные стоки (после сепаратора)	5,22	77,82	72	19
19	17.01.2017	Водка	40	100	72	283
20	17.01.2017	Шлам творожный	3,47	84,87	72	28
21	17.01.2017	Субстрат Ф2 без инокулюма	6,27	80,15	72	31
22	17.01.2017	Отсепарированная масса + вода (без инокулюма)	21,06	85,03	72	23
23	19.04.2017	Кукурузный силос 2 тр	27,37	95,6	60	172
24	19.04.2017	Кукурузный силос 5 тр	26,46	95,84	60	182
25	19.04.2017	Лузга подсолнечника	89,25	97	60	505
26	19.04.2017	Лузга подсолнечника, измельчённая блендером	89,25	97	60	520
27	19.04.2017	Кровь Новоездоцкая	12,09	92,8	60	81
28	19.04.2017	Кишкомплект МПЗ	23,5	96,6	60	246
29	19.04.2017	Шлам МПЗ	16,2	83,15	60	48
30	19.04.2017	Сепарированная масса	23,12	84,73	60	65
31	19.04.2017	Жидкие органические удобрения (слив дображивателя)	5,32	85,5	60	14
32	19.04.2017	Свекольный жом (Дмитротарановский с БГС)	21,13	93,93	60	105
33	19.04.2017	Корка свекольного жома (Дмитротарановский с БГС)	13,9	80,77	60	59
34	19.04.2017	Жир Новоездоцкая	55,19	98	60	493
35	19.04.2017	Жир с площадки в Белгороде (Новоездоцкая)	13,12	86,06	60	102
36	19.04.2017	Опилки древесные	90,57	97	60	370
37	19.04.2017	Конфеты конти	77,42	99	60	774
38	19.04.2017	Шлам Новоездоцкая	36,25	91,16	60	286
39	18.05.2017	Сепарированная масса (Актоба)	21,27	92,57	60	64
40	18.05.2017	Осветленные стоки (Актоба)	2,71	64,58	60	10
41	18.05.2017	Навоз ДО сепарации (Актоба)	4,34	77,88	60	17
42	18.05.2017	Смесь (50% сепарации + 50% навоза ДО сепарации) (Актоба)	12,85	85,29	60	42
43	18.05.2017	Отходы инкубации Новоездоцкая	31,76	94,71	53	278
44	18.05.2017	Кек Бессоновский	13,69	66	53	44
45	18.05.2017	Жиролвки Строитель	7,07	96,6	53	35
46	23.06.2017	Корка лагуны (8 траншея)	15,5	79,03	55	30
47	23.06.2017	Силос 5 траншея	28,03	91,33	55	178
48	23.06.2017	Силос 1 траншея	27	95,37	55	177
49	23.06.2017	Силос 1 траншея х2	27	95,37	55	176
50	23.06.2017	Силос 1 траншея х3	27	95,37	55	181
51	23.06.2017	Силос 1 траншея х4	27	95,37	55	167
52	23.06.2017	Лузга подсолнечника	90,2	98,1	55	413
53	23.06.2017	Лузга подсолнечника х2	90,2	98,1	55	395
54	23.06.2017	Лузга подсолнечника х4	90,2	98,1	55	353
55	23.06.2017	Опилки древесные	91,2	95,4	55	406
56	23.06.2017	Шлам МПЗ	13,24	87,61	55	67

Продолжение таблицы 1.

№ п/п	Дата загрузки	Образец	СВ, %	оСВ, %	Продолжительность ферментации, сутки	Суммарный выход биогаза, м ³ /т
57	23.06.2017	Кишкомплект МПЗ	23,46	95,61	55	279
58	23.06.2017	Кровь Белая птица	13,37	93,72	55	81
59	23.06.2017	Жир Белая птица	62	96,61	55	649
60	23.06.2017	Смесь БГС (смеш/силос/лузга - 40/4/1)	11,9	93,78	55	55
61	11.08.2017	Жом прессованный	84,74	86,96	61	423
62	11.08.2017	Жир Новоездоцкая	45,18	97,77	61	473
63	11.08.2017	Шлам СВУЗ	16,4	84,4	61	122
64	11.08.2017	Слив Д1+инокулум	5,46	79,58	61	14
65	11.08.2017	Слив д1 без инокулума	5,46	79,58	61	5
66	11.08.2017	Зерноотходы (пшеница)	84,1	87,71	61	517
67	11.08.2017	Зерноотходы (ячмень)	80,5	85,55	61	492
68	25.08.2017	Кишки МПЗ	25,97	93	52	268
69	25.08.2017	Кишки+энзим	25,97	93	52	310 (+15%)
70	25.08.2017	Слив д1	7	84,86	52	12
71	25.08.2017	Слив д1+энзим	7	84,86	52	11
72	25.08.2017	Кишки+энзим х2	25,97	93	52	298 (+10%)
73	25.08.2017	Осадок д2	36,98	31,88	52	14
74	25.08.2017	Зелёная масса кукурузы	28,29	96,11	52	149
75	25.08.2017	Лузга	93,2	96,67	52	399
76	25.08.2017	Лузга + энзим	93,2	96,67	52	416
77	25.08.2017	Силос 6 траншея	28,88	96,71	52	198
78	25.08.2017	Шлам МПЗ	11,7	85,73	52	47
79	25.08.2017	Кровь Новоездоцкая	13,68	94,52	52	80
80	25.08.2017	Шлам Новоездоцкая	31,28	82,8	52	233
81	25.08.2017	Опилки	91,2	95,4	52	313
82	25.08.2017	Опилки+энзим	91,2	95,4	52	336 (5%)
83	13.10.2017	Жом Головчано	17,66	96,3	63	101
84	13.10.2017	Жом Дмитротарановский	21,27	95,2	63	139
85	13.10.2017	Шлам СВУЗ	12,69	81,76	63	93
86	13.10.2017	Шлам Новоездоцкая	32,88	91,13	63	334
87	13.10.2017	Шелуха Подсолнечника	86,21	96,89	63	380
88	13.10.2017	Зерноотходы (пшеница)	84,1	87,1	63	486
89	13.10.2017	Зерноотходы (ячмень)	80,5	85,55	63	509
90	31.10.2017	Силос 5 траншея	26,88	95,17	60	176
91	31.10.2017	Отходы производства комбикормов (смесь)	68,75	93,05	60	483
92	31.10.2017	Отходы маслопроизводства (ЭФКО)	88,87	94,08	60	376
93	31.10.2017	Шлам МПЗ	13,57	85,33	60	59
94	31.10.2017	Отходы производства комбикормов (аспирация)	72,85	84,55	60	376
95	31.10.2017	Кишки	27,87	93,47	60	300
96	31.10.2017	Кишки + энзим	27,87	93,47	60	330 (+10%)
97	31.10.2017	Кишки + энзим (х2)	27,87	93,47	60	320 (+7%)
98	31.10.2017	Жир Новоездоцкая	44,38	97,45	60	440
99	31.10.2017	Жир Новоездоцкая + энзим	44,38	97,45	60	495 (+12%)
100	31.10.2017	Жир Новоездоцкая + энзим (х2)	44,38	97,45	60	495 (+12%)
101	31.10.2017	Мякотные отходы	45,58	98,26	60	566
102	31.10.2017	Мякотные отходы + энзим (х2)	45,58	98,26	60	616 (+8%)
103	31.10.2017	Отруби	86,96	95,79	60	655
104	31.10.2017	Гнилой силос (зелёная долина)	21,18	91,89	60	136
105	19.12.2017	Отходы переработки подсолнечника (прессованный кусками)	93,7	81,01	60	550
106	19.12.2017	Отходы переработки подсолнечника (прессованный гранулами)	92,5	88,16	60	481
107	19.12.2017	Ил старый (с нефтепродуктами)	15,49	52,6	60	13
108	19.12.2017	Ил свежий (с нефтепродуктами)	16,48	69,67	60	56
109	19.12.2017	Отходы инкубации (мягкие)	48,39	77,34	60	428
110	19.12.2017	Микс Новоездоцкий (1 точка)	38,96	86,23	60	421
111	19.12.2017	Микс Новоездоцкий (2 точка)	40,42	89,8	60	440

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

В таблицах 1.1.-8.2. приведены размеры бактериальных клеток, выросших на твердых питательных средах пробы №1.

Таблица 1.1.

Размер бактериальных клеток. Белые колонии. Среда МПА. Бациллы

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
	1,22	2,02	2,84	1,26	2,27	2,09	2,96	2,02	2,2	2,05	2,44	1,98	2,39	2,09	2,52	2,52	2,37	2,44	2,38	2,1	2,09	2,65	2,73	2,37	2,64			
1	1,62	2,38	2,6	2,74	2,34	1,93	2,02	2,8	1,9	2,3	2,36	2,09	2,39	1,93	2,73	2,17	1,9	2,02	2,74	2,38	1,93	2,31	2,31	1,9	2,68			
	2,24	2,17	2,74	2,32	2,2	2,16	1,04	2,86	2,1	2,39	2,02	1,93	2,68	2,16	2,31	2,56	2,1	2,32	2,02	2,19	2,27	2,27	2,68	2,1	2,44			
2	1,31	2,26	1,9	2,14	1,93	2,56	2,56	2,86	2,94	2,16	1,9	2,19	2,06	2,1	2,68	2,32	2,2	2,17	2,2	2,34	2,34	2,26	2,55	2,8	2,44			
	2,86	2,55	2,34	2,38	2,94	2,37	1,26	2,8	2,32	2,56	2,34	2,34	1,98	2,02	2,44	2,96	1,9	1,98	2,39	2,52	2,26	2,44	2,34	2,44	2,38			
3	2,17	2,02	2,6	1,93	2,6	2,1	1,96	2,76	2,02	2,38	2,26	2,55	2,14	1,96	1,94	1,98	2,34	2,44	2,14	2,38	2,09	2,17	1,56	2,56	1,68			

Таблица 1.2.

Размер бактериальных клеток. Белые колонии. Среда МПА. Кокки

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
	0,84	1,18	0,84	1,04	1,16	1,04	0,94	1,16	0,94	0,99	1,16	1,13	1,16	0,94	1,26	1,18	1,18	1,26	0,96	1,04	0,74	1,24	1,13	1,26	0,86			
1	1,26	0,94	0,94	0,94	0,74	1,26	1,18	1,26	1,04	1,03	1,26	1,26	0,74	1,22	1,04	1,13	0,94	0,84	0,94	1,13	1,18	1,22	1,18	1,16	0,84			
	1,26	1,16	0,94	1,16	1,26	1,13	1,16	1,18	1,16	1,18	0,99	1,24	0,86	1,24	0,94	1,26	0,16	1,04	1,04	1,17	0,84	0,74	0,99	1,18	1,04			
2	1,13	1,18	1,16	1,26	1,16	1,24	1,32	1,04	1,13	0,86	0,74	0,99	0,94	0,84	1,18	1,16	1,26	0,13	1,16	0,94	1,19	0,99	1,26	1,24	1,16			
	1,22	0,99	0,99	1,17	1,13	1,26	0,94	1,13	1,17	1,26	0,86	0,84	0,94	0,86	1,24	1,26	1,16	0,94	0,94	1,26	0,74	1,16	1,24	1,26	1,22			
3	0,88	0,84	1,16	1,17	0,74	0,84	1,04	0,88	1,04	0,99	0,94	1,16	0,84	1,22	2,04	1,19	0,86	1,26	1,26	1,16	0,96	0,94	1,22	1,24	1,18			

Таблица 2.1.

Размер бактериальных клеток. Бледно-кремовые колонии. Среда МПА. Бациллы

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	2,83	2,82	1,89	2,16	1,97	2,35	2,9	2,74	2,02	2,35	2,08	2,65	1,78	2,78	2,08	2,27	2,26	2,35	2,74	2,44	1,89	1,99	2,16	2,35	2,78	2,300	19,737	1,611
	2,08	2,35	2,9	2,01	1,69	2,02	1,73	2,59	2,44	2,59	2,83	2,26	2,59	2,01	2,69	2,83	1,78	2,44	2,21	2,9	2,44	2,27	2,44	2,44	2,83			
2	2,59	1,89	1,99	2,35	2,26	2,74	1,83	2,21	2,78	2,08	2,59	2,16	2,08	2,16	2,57	1,96	2,82	2,74	2,27	1,96	1,83	2,26	1,73	2,35	2,59	2,300	19,737	1,611
	2,01	2,83	1,97	1,89	2,44	2,21	1,97	2,9	2,01	2,83	2,09	1,96	2,9	2,87	2,65	2,02	2,9	2,02	2,87	2,02	1,97	1,65	1,96	2,74	2,01			
3	2,35	1,69	2,08	2,09	1,73	2,09	1,89	1,96	2,09	2,02	1,99	1,83	2,26	2,83	2,21	2,44	2,27	2,02	2,98	2,08	1,99	2,35	1,97	2,21	2,78	2,300	19,737	1,611
	2,78	2,59	2,16	2,21	1,78	2,01	2,87	2,09	2,35	2,26	1,78	2,16	2,9	2,09	2,83	1,99	2,21	1,89	2,35	2,74	2,87	2,78	1,73	2,74	2,16			

Таблица 2.2.

Размер бактериальных клеток. Бледно-кремовые колонии. Среда МПА. Кокки

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	0,84	0,96	1,19	0,94	1,17	0,8	0,89	1,19	1,17	0,82	0,96	1,03	1,17	0,7	1,08	0,89	0,74	0,95	1,17	1,04	0,89	0,95	1,26	0,7	1,08	1,033	8,115	0,663
	1,22	1,04	0,96	0,95	1,19	0,74	1,17	0,82	1,05	0,7	1,19	1,04	1,03	1,17	0,8	1,22	1,08	0,96	0,89	0,9	0,9	1,19	0,74	0,9	1,03			
2	1,4	0,74	1,08	1,05	0,89	1,26	0,94	1,04	0,7	0,8	0,82	0,89	0,74	1,04	1,03	0,96	1,4	0,7	0,7	1,22	1,22	1,17	0,9	1,03	1,26	1,033	8,115	0,663
	0,96	1,26	0,9	0,96	1,22	1,04	1,17	0,96	1,4	0,89	1,19	1,26	0,96	1,26	1,19	1,03	1,13	0,8	0,8	0,84	1,04	0,74	1,4	1,19	0,89			
3	1,03	1,4	1,22	1,19	0,8	0,95	0,84	0,9	0,9	1,22	1,26	1,22	1,08	0,7	1,17	0,95	0,89	0,74	1,05	1,03	1,26	1,22	1,13	1,08	0,9	1,033	8,115	0,663
	1,19	0,74	1,04	0,7	1,05	2,8	1,4	1,05	0,95	1,19	1,26	1,17	0,74	1,17	0,96	1,22	1,05	1,17	0,96	0,8	0,89	1,13	0,89	1,19	1,22			

Таблица 3.1.

Размер бактериальных клеток. Кремовые колонии. Среда МПА. Бациллы

№ препарата	Размер клеток, мкм																										Хср.	δ	m
1	3,05	2,79	3,03	3,02	3,45	3,03	2,95	2,83	2,95	3,45	3,45	2,97	2,79	3,29	2,97	2,97	3,39	3,79	3,05	3,39	3,75	2,81	2,79	3,03	3,45	3,221	14,123	1,155	
	2,97	3,45	3,03	3,45	3,37	2,86	3,37	3,59	3,12	3,02	3,37	3,03	2,75	3,03	3,53	3,18	3,03	3,42	2,87	3,05	3,05	3,62	3,05	2,81	3,18				
2	2,81	3,37	2,76	3,03	3,03	2,81	3,55	2,87	3,65	3,18	2,81	3,59	3,39	3,02	3,65	2,81	3,45	3,37	3,39	3,45	2,79	3,39	3,39	3,45	3,03	3,221	14,123	1,155	
	3,59	3,03	3,59	3,53	2,97	2,79	3,53	3,03	3,54	3,03	3,05	3,37	3,45	3,65	3,69	3,39	3,03	3,12	2,75	3,57	3,45	3,65	3,45	3,03	3,37				
3	2,79	3,53	2,99	3,54	3,02	2,82	3,37	2,89	3,42	3,29	2,91	3,29	3,03	3,47	3,03	3,02	2,81	3,69	3,03	3,12	3,57	3,57	3,02	3,37	3,59	3,221	14,123	1,155	
	2,75	3,84	3,44	3,53	3,45	2,81	3,81	3,02	3,61	2,64	3,33	3,79	2,81	3,59	3,12	3,13	3,87	3,69	3,39	3,03	3,12	3,69	3,45	3,37	3,59				

Таблица 3.2.

Размер бактериальных клеток. Кремовые колонии. Среда МПА. Кокки

№ препарата	Размер клеток, мкм																										Хср.	δ	m
1	1,33	0,95	1,33	1,33	0,85	1,26	1,73	0,85	0,95	0,95	1,19	1,27	1,33	0,95	1,33	0,71	1,33	1,69	0,85	1,45	0,95	1,51	1,73	1,33	0,76	1,225	13,891	1,135	
	0,85	1,69	1,19	1,51	0,76	1,67	0,95	0,85	1,73	1,73	1,15	1,55	1,33	0,85	0,95	1,69	1,19	1,19	1,27	0,85	0,85	1,27	1,69	0,92	1,27				
2	0,95	1,52	0,95	1,27	1,89	1,66	1,27	0,95	1,33	1,69	0,82	1,27	0,85	1,27	1,73	1,33	1,89	0,85	1,04	1,27	0,95	0,95	1,29	1,51	1,33	1,225	13,891	1,135	
	0,85	1,33	0,95	1,33	1,27	0,95	1,33	1,51	0,74	1,89	0,85	1,54	0,95	1,19	0,85	1,89	0,85	0,95	1,19	1,27	1,19	0,95	0,76	0,85	1,33				
3	1,27	1,69	1,33	0,95	1,33	1,15	1,27	1,19	0,85	0,85	1,19	0,95	1,19	0,95	1,33	0,95	1,27	1,33	1,73	0,85	1,51	1,73	1,67	0,95	0,95	1,225	13,891	1,135	
	1,27	1,69	1,19	1,33	1,27	1,69	1,73	1,27	1,33	0,95	1,33	1,33	0,82	1,27	1,69	1,18	1,27	1,27	1,51	0,95	1,19	1,14	1,51	0,76	1,33				

Таблица 4.1.

Размер бактериальных клеток. Светло-бордовые колонии. Среда Левина. Бациллы

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	2,73	2,27	2,15	2,37	2,55	2,29	2,69	2,69	2,58	2,69	2,10	2,53	2,74	2,16	2,45	2,37	2,89	2,86	2,37	2,53	2,65	2,97	2,97	2,78	2,79	2,54	8,088	0,661
	2,12	2,65	2,65	2,17	2,35	2,45	2,79	2,29	2,65	2,78	2,63	2,27	2,69	2,62	2,87	2,69	2,53	2,77	2,73	2,59	2,35	2,53	2,15	2,35	2,73			
2	2,65	2,12	2,69	2,73	2,89	2,74	2,65	2,69	2,33	2,47	2,73	2,38	2,72	2,35	2,54	2,39	2,73	2,83	2,55	2,69	2,88	2,15	2,65	2,46	2,53	2,54	8,088	0,661
	2,69	2,69	2,58	2,65	2,53	2,88	2,89	2,15	2,28	2,29	2,69	2,54	2,17	2,81	2,59	2,12	2,69	2,75	2,89	2,59	2,28	2,73	2,65	2,58	2,17			
3	2,17	2,79	2,54	2,89	2,73	2,37	2,65	2,27	2,58	2,62	2,53	2,29	2,69	2,36	2,48	2,17	2,17	2,36	2,53	2,27	2,28	2,37	2,73	2,54	2,55	2,54	8,088	0,661
	2,27	2,29	2,39	2,97	2,89	2,39	2,53	2,53	2,73	2,55	2,97	2,73	2,72	2,55	2,97	2,89	2,69	2,37	2,53	2,56	2,55	2,55	2,73	2,16	2,17			

Таблица 4.2.

Размер бактериальных клеток. Светло-бордовые колонии. Среда Левина. Кокки

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	1,18	0,77	0,75	1,33	0,89	1,18	1,51	0,85	0,85	0,89	1,27	0,75	0,75	1,27	1,27	0,95	1,27	1,18	0,85	1,19	1,25	0,85	0,85	0,98	1,23	1,088	7,688	0,629
	1,55	1,03	1,27	0,85	1,14	0,87	1,19	1,27	1,19	1,14	1,18	1,19	0,89	0,98	0,85	0,75	0,85	1,27	1,27	0,85	0,96	1,19	0,75	1,06	1,27			
2	1,33	0,98	0,85	0,95	1,14	1,19	0,95	0,95	1,27	0,97	1,19	0,95	1,27	1,69	1,18	1,27	2,15	1,33	0,98	1,18	1,16	0,85	0,95	1,19	0,95	1,088	7,688	0,629
	1,18	1,27	0,95	1,19	1,18	1,14	1,27	0,87	0,89	0,85	0,85	0,77	0,26	0,75	0,85	0,85	0,98	1,27	1,27	1,18	1,18	1,17	1,27	0,87	1,73			
3	1,27	1,19	1,19	1,18	1,33	1,19	1,03	0,97	1,27	0,95	1,19	1,27	1,19	1,19	1,23	1,27	1,27	0,85	1,05	1,16	1,08	1,27	1,06	1,14	0,77	1,088	7,688	0,629
	1,26	1,27	0,75	1,17	0,97	0,85	0,85	1,14	0,85	1,27	1,28	0,95	1,51	0,95	1,23	1,27	1,27	1,27	1,23	0,95	0,95	1,33	1,28	0,87	1,27			

Таблица 5.1.

Размер бактериальных клеток. Бледно-розовые колонии. Среда Левина. Бациллы

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	2,69	1,89	1,73	2,29	1,89	1,89	2,37	2,65	2,85	1,75	2,97	1,98	2,65	2,27	2,97	2,45	1,95	2,55	2,37	1,97	2,82	2,69	2,37	2,17	1,98	2,201	17,132	1,398
	1,97	2,16	1,76	2,19	2,55	1,77	2,53	2,36	1,79	1,73	2,17	2,45	2,86	2,18	2,45	1,73	2,69	1,79	1,89	1,89	2,45	1,73	2,15	2,17	2,85			
2	2,39	2,15	1,89	1,89	2,37	2,15	2,14	1,89	2,45	2,17	2,53	2,17	2,13	2,27	1,75	1,98	2,3	2,52	2,06	1,88	1,51	2,27	1,79	1,75	2,03	2,201	17,132	1,398
	2,75	1,89	1,98	2,45	2,69	2,65	2,36	2,37	2,27	1,89	2,15	2,53	2,14	2,57	1,79	2,27	1,94	2,37	1,98	2,15	2,69	1,97	2,45	1,88	1,97			
3	2,53	2,28	2,18	2,03	2,75	2,27	2,15	2,15	2,69	2,45	2,37	2,37	1,86	1,89	2,03	2,55	2,65	1,73	2,37	2,03	1,79	2,17	1,98	2,77	2,55	2,201	17,132	1,398
	2,38	2,37	1,77	1,88	2,66	2,85	1,73	2,55	1,27	2,15	1,89	2,85	2,03	2,03	1,97	1,89	2,45	1,88	2,25	2,55	2,27	2,69	2,37	1,98	1,73			

Таблица 5.2.

Размер бактериальных клеток. Бледно-розовые колонии. Среда Левина. Кокки

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	1,06	1,35	0,76	0,93	1,09	1,14	0,76	1,09	0,76	1,35	1,06	0,76	0,87	0,95	0,76	0,85	1,35	0,95	1,35	0,85	1,14	0,88	1,33	1,14	1,19	1,099	5,358	0,439
	1,19	1,28	1,35	1,35	1,06	1,19	1,35	1,28	0,87	1,09	0,87	1,09	1,09	1,19	1,19	0,76	1,23	1,35	1,09	1,27	0,85	1,06	1,35	0,95	0,85			
2	1,09	0,76	1,29	1,09	1,35	1,33	0,95	1,27	1,27	1,28	1,35	1,35	1,19	0,85	0,87	1,35	1,28	1,27	1,28	1,06	1,05	1,09	1,14	1,33	1,23	1,099	5,358	0,439
	1,27	1,35	1,23	0,87	0,88	0,87	1,27	1,23	1,14	0,75	1,27	1,28	0,95	1,06	1,23	1,23	0,88	1,06	0,95	0,76	1,19	0,85	1,27	1,14	1,19			
3	1,35	0,85	1,28	0,85	1,35	1,06	1,29	1,27	0,88	1,19	1,35	1,06	1,19	1,29	1,14	0,87	1,19	0,85	1,14	0,87	0,95	0,95	1,06	0,87	1,23	1,099	5,358	0,439
	1,19	0,85	1,29	0,95	0,85	0,85	0,76	1,19	1,27	1,33	1,23	1,35	1,14	1,09	1,14	1,29	1,27	1,23	0,85	1,27	0,88	1,19	1,29	1,35	1,06			

Таблица 6.1.

Размер бактериальных клеток. Розовые колонии. Среда Левина. Бациллы

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	2,98	2,99	3,39	2,18	2,91	2,53	2,69	2,74	2,65	2,38	3,03	2,89	2,74	2,84	3,39	2,84	2,07	2,79	2,99	2,55	2,75	2,95	2,58	2,69	2,95	2,724	9,648	0,789
	3,12	2,97	3,03	2,99	2,55	2,64	3,03	2,99	2,95	2,55	2,76	2,95	2,58	2,24	2,84	2,75	2,37	2,58	3,03	2,88	2,91	2,37	2,88	2,88	2,85			
2	2,57	2,37	2,37	2,98	2,89	2,83	2,92	3,12	2,74	2,32	2,55	2,83	2,91	2,75	2,37	2,79	2,65	2,95	3,39	3,23	3,03	2,65	2,74	2,83	2,07	2,724	9,648	0,789
	2,34	2,99	2,99	2,79	3,03	2,65	2,89	2,88	2,69	2,53	2,91	2,58	2,83	2,95	2,89	2,88	2,79	2,95	2,69	2,69	2,55	2,85	2,55	2,64	2,64			
3	2,54	2,83	2,83	2,07	2,32	2,58	2,24	2,53	2,24	2,79	2,74	2,88	2,58	2,95	2,81	2,32	2,91	2,67	2,24	2,37	2,69	2,55	2,64	2,75	2,95	2,724	9,648	0,789
	2,07	2,69	2,69	2,89	2,74	2,65	2,84	2,88	2,58	2,97	2,89	2,55	2,75	2,55	2,37	2,97	2,75	2,64	2,95	2,66	3,03	2,32	2,84	2,88	2,64			

Таблица 6.2.

Размер бактериальных клеток. Розовые колонии. Среда Левина. Кокки

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	1,06	1,09	0,88	1,14	1,05	0,87	1,28	1,19	1,18	0,77	1,15	0,77	1,28	1,05	1,04	1,16	0,96	1,04	1,09	1,04	0,87	1,27	0,96	1,18	1,18	1,094	4,862	0,398
	1,23	0,97	1,18	1,06	1,26	1,27	1,02	1,19	1,24	1,08	1,28	1,05	1,15	1,19	1,06	0,77	1,19	1,28	1,27	1,36	1,28	1,04	1,05	1,49	0,96			
2	1,49	1,04	0,96	0,87	1,27	0,76	1,04	1,06	1,48	1,28	1,15	1,15	1,24	1,19	0,77	1,28	1,08	1,04	1,23	1,49	1,14	1,18	0,81	0,76	1,28	1,094	4,862	0,398
	1,19	1,27	1,28	0,76	1,36	1,06	1,18	1,08	1,08	0,77	1,07	1,48	1,37	1,07	0,82	1,05	0,77	1,36	0,88	1,18	1,19	0,97	1,36	1,14	0,87			
3	0,95	1,49	1,19	1,27	1,06	1,14	0,97	1,28	1,29	1,15	0,77	0,89	0,98	1,19	0,89	0,98	1,28	1,14	1,09	1,06	1,04	0,97	1,14	0,97	1,05	1,094	4,862	0,398
	0,87	1,18	0,76	1,14	0,79	0,91	1,14	1,07	1,37	1,37	1,08	1,19	1,19	1,24	0,77	1,05	1,07	1,18	1,28	1,28	0,97	1,19	0,76	1,18	1,14			

Таблица 7.1.

Размер бактериальных клеток. Серо-розовые колонии. Среда Левина. Бациллы

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	3,08	2,83	2,89	3,23	2,91	2,92	2,92	2,74	2,24	2,79	2,55	2,74	2,32	2,79	2,38	2,69	2,32	2,24	2,81	2,55	2,97	2,38	2,55	2,58	2,88	2,681	9,676	0,791
	2,24	2,65	2,24	2,24	2,55	2,79	2,83	2,99	2,55	3,08	2,97	2,88	2,21	2,81	2,88	2,55	2,68	2,92	2,55	2,24	2,38	2,64	3,03	2,81	2,75			
2	2,89	2,58	2,58	2,74	3,06	3,03	2,58	2,38	2,64	2,88	2,32	2,58	2,32	2,89	3,08	2,92	2,37	2,89	2,97	2,58	2,32	2,95	2,89	2,95	2,32	2,681	9,676	0,791
	2,53	2,55	2,69	2,58	2,89	2,53	2,84	3,32	2,89	2,89	2,64	2,75	2,55	2,92	2,55	2,95	3,08	2,79	3,08	2,69	2,37	2,67	2,91	2,75	2,64			
3	2,32	2,38	2,32	2,91	3,03	2,32	2,75	2,92	2,83	2,99	2,24	2,69	3,03	2,53	2,91	2,65	2,56	2,65	2,89	2,32	2,55	2,92	2,37	2,55	2,84	2,681	9,676	0,791
	2,97	2,38	2,24	2,55	2,31	3,32	2,91	2,38	2,85	3,08	2,24	2,55	2,99	2,89	2,89	2,58	2,38	2,97	2,32	2,92	2,79	2,65	2,92	2,24	2,55			

Таблица 7.2.

Размер бактериальных клеток. Серо-розовые колонии. Среда Левина. Кокки

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	1,23	1,08	1,49	1,49	1,14	1,23	1,18	1,06	0,87	0,95	0,87	1,06	1,09	1,49	1,28	0,88	1,28	1,27	1,09	1,19	1,28	0,85	1,27	0,95	1,19	1,125	4,629	0,379
	0,95	1,19	0,95	1,08	0,85	1,35	1,09	1,49	0,88	1,49	1,09	1,35	1,19	1,35	1,09	0,85	1,23	1,09	1,27	0,87	1,05	1,27	1,06	1,06	1,27			
2	1,28	1,27	1,08	1,28	0,88	1,18	1,14	1,18	0,85	1,19	1,28	0,88	1,27	1,08	0,87	1,28	1,49	1,19	0,85	1,28	1,35	0,95	1,06	1,08	0,95	1,125	4,629	0,379
	1,09	0,95	1,06	1,19	1,05	1,27	1,27	1,08	1,28	1,27	1,23	1,14	0,95	0,88	1,49	0,85	1,18	1,23	0,95	0,95	1,27	1,28	0,87	1,27	1,28			
3	0,87	1,28	0,87	1,23	1,28	1,19	1,05	0,95	0,95	1,18	1,06	0,95	1,05	1,14	1,08	1,08	1,35	0,95	1,14	1,14	1,49	1,19	1,27	0,95	0,95	1,125	4,629	0,379
	1,23	1,05	1,28	1,09	0,85	1,49	1,26	1,26	1,28	1,06	1,09	1,14	1,06	0,95	1,49	1,06	0,95	0,87	1,19	0,88	0,87	1,15	1,49	1,35	1,23			

Таблица 8.1.

Размер бактериальных клеток. Бордовые колонии с металлическим блеском. Среда Левина. Бациллы

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	3,02	3,02	3,18	3,27	2,92	3,39	3,38	3,08	3,39	2,87	3,39	3,03	3,02	3,32	2,97	3,36	3,03	3,38	3,32	3,33	3,38	2,92	3,38	3,08	3,02	3,096	6,005	0,491
	3,27	3,38	3,05	3,08	3,03	2,87	2,92	2,97	3,14	2,97	3,14	2,89	3,08	2,84	2,92	2,97	3,37	3,38	2,95	3,18	2,89	3,25	3,38	2,97	2,92			
2	3,38	2,97	3,27	3,32	3,02	3,37	3,39	3,38	3,32	2,97	3,39	2,97	2,74	3,02	3,08	3,08	3,18	3,18	3,37	2,97	3,03	3,18	2,95	3,39	2,27	3,096	6,005	0,491
	2,92	2,87	3,08	2,95	3,27	2,87	3,37	3,02	2,95	2,92	3,32	3,38	2,95	3,08	3,27	3,14	3,39	2,92	3,18	3,08	2,97	3,05	2,97	2,92	3,02			
3	3,14	3,18	2,97	2,84	3,27	3,08	3,02	2,92	3,02	3,03	3,02	3,38	2,87	3,35	3,38	3,03	3,37	3,02	3,38	3,27	3,02	2,95	2,89	2,95	3,37	3,096	6,005	0,491
	3,08	3,02	3,08	3,18	2,97	3,03	2,98	3,38	3,08	3,38	2,89	2,92	3,05	3,02	3,03	3,08	2,38	2,92	3,38	3,02	2,95	2,97	2,97	3,38	3,27			

Таблица 8.2.

Размер бактериальных клеток. Бордовые колонии с металлическим блеском. Среда Левина. Кокки

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	1,65	1,27	1,18	1,06	1,35	1,65	0,95	1,51	0,95	1,56	1,27	1,33	1,19	0,95	1,18	1,15	1,14	1,18	1,65	0,87	1,35	1,23	1,23	1,18	1,05	1,182	6,932	0,567
	1,27	1,33	1,04	1,27	0,95	1,35	1,33	1,14	0,95	1,04	1,19	1,18	0,95	0,87	1,27	1,33	0,95	1,23	0,95	0,85	0,88	1,56	1,18	1,35	1,23			
2	1,36	0,95	0,88	0,88	0,88	1,06	1,19	1,19	1,33	1,33	1,23	1,14	1,33	1,08	0,88	1,09	1,18	1,18	0,88	1,27	1,65	1,27	1,09	1,18	1,07	1,182	6,932	0,567
	1,33	1,06	1,08	1,56	1,65	1,27	1,54	1,19	1,19	1,33	1,65	1,14	1,27	1,18	1,65	1,19	1,33	1,33	0,97	1,54	1,18	1,14	1,65	1,33	0,92			
3	1,67	1,33	1,18	0,95	0,85	1,18	0,85	1,06	1,05	1,27	1,37	0,95	0,95	0,85	0,97	1,04	1,27	1,05	1,18	0,95	1,19	0,87	0,85	1,07	1,33	1,182	6,932	0,567
	1,65	1,05	1,56	0,95	1,36	1,27	1,05	0,88	1,27	1,35	1,05	0,95	1,27	1,19	1,65	1,33	1,09	0,85	1,27	1,05	1,06	1,14	1,18	1,65	1,27			

В таблицах 9.1.-16.2. приведены размеры бактериальных клеток, выросших на твердых питательных средах пробы №2.

Таблица 9.1.

Размер бактериальных клеток. Белые колонии. Среда МПА. Бациллы

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	2,08	2,31	2,17	2,38	1,94	1,99	2,34	2,69	2,45	2,66	2,32	2,12	1,99	2,38	1,94	2,08	2,35	1,94	2,35	2,57	2,31	2,57	2,35	2,38	2,13	2,272	6,347	0,519
	2,32	2,38	2,35	2,38	2,17	2,53	2,35	2,07	2,32	2,08	2,27	1,94	2,22	2,53	2,38	1,94	2,08	2,56	2,27	2,18	2,27	2,69	2,25	2,08	2,35			
2	2,38	1,91	2,38	1,92	2,57	2,08	1,94	2,15	2,28	2,08	2,45	2,27	2,28	2,32	2,32	2,28	1,91	2,35	2,56	2,27	2,18	2,38	1,94	2,17	1,94	2,272	6,347	0,519
	2,57	2,35	2,67	2,11	2,38	1,94	2,17	2,38	2,59	2,38	2,38	2,59	2,59	2,07	2,38	2,54	2,67	2,18	2,35	2,56	2,07	2,12	2,59	2,32	2,07			
3	2,69	2,05	2,07	2,17	2,45	2,27	2,07	2,18	2,17	2,28	2,35	2,57	1,99	2,15	2,25	2,32	2,08	2,57	2,38	2,28	2,45	2,14	2,25	2,69	2,66	2,272	6,347	0,519
	2,38	2,18	2,08	2,45	2,35	2,66	2,56	2,26	1,99	2,38	2,36	2,08	2,35	2,35	2,26	2,28	2,27	2,28	2,08	1,94	2,27	2,05	2,53	2,17	2,15			

Таблица 9.2.

Размер бактериальных клеток. Белые колонии. Среда МПА. Кокки

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	1,06	1,14	1,28	1,09	1,07	1,07	1,18	0,96	1,18	1,05	0,88	0,95	1,09	1,14	1,04	0,95	1,18	1,19	1,23	1,04	1,28	1,27	1,06	1,19	0,87	1,076	3,088	0,253
	0,76	1,06	0,87	0,88	1,27	1,27	1,18	1,05	0,96	1,23	1,09	1,14	1,06	1,23	0,87	1,04	1,18	1,04	0,88	1,07	1,18	0,96	1,18	0,85	1,27			
2	1,23	1,18	1,06	1,27	1,04	0,76	0,96	0,88	1,05	0,88	1,04	0,88	1,18	1,25	0,97	0,96	1,09	1,18	1,09	1,05	1,28	1,05	1,05	1,28	1,09	1,076	3,088	0,253
	1,19	0,95	1,19	1,28	1,18	1,04	0,95	0,97	0,97	1,23	1,18	1,28	0,97	0,92	1,28	1,18	0,97	0,97	1,27	1,23	1,06	1,14	1,09	0,95	1,28			
3	0,95	1,18	1,23	1,04	1,06	1,18	0,88	0,94	0,95	1,27	0,76	0,95	1,05	1,03	1,14	1,18	0,95	0,76	1,06	1,27	0,96	1,18	1,28	1,28	1,23	1,076	3,088	0,253
	1,14	0,95	0,95	0,88	1,14	1,27	1,09	1,14	1,05	1,28	1,23	1,22	0,86	0,93	1,09	1,04	0,88	0,97	1,28	1,18	0,97	1,24	1,28	1,15	1,05			

Таблица 10.1.

Размер бактериальных клеток. Бледно-кремовые колонии. Среда МПА. Бациллы

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	2,46	2,36	2,32	1,89	2,03	2,74	2,32	1,98	2,02	2,58	2,02	2,27	2,84	2,32	2,08	2,22	1,98	2,46	2,28	2,08	2,45	2,09	2,28	2,35	2,38	2,304	13,068	1,068
	2,86	2,58	1,89	2,18	2,78	2,09	2,56	2,75	1,85	1,88	2,54	2,32	2,02	2,84	2,35	2,75	1,95	2,38	1,98	2,18	1,88	1,88	2,74	1,89	2,17			
2	2,46	2,35	2,17	2,35	2,14	1,98	2,17	2,83	2,76	2,09	2,02	2,53	2,27	2,75	1,98	1,98	1,98	2,22	2,84	2,46	2,45	2,02	2,38	2,36	2,86	2,304	13,068	1,068
	2,79	2,32	2,75	2,53	2,36	2,35	2,08	2,83	2,18	2,06	2,08	2,78	1,97	2,56	2,17	2,36	2,32	1,97	2,79	2,03	2,56	2,83	2,17	2,32	2,45			
3	2,26	2,27	2,56	2,72	2,22	2,18	2,83	2,35	1,97	2,08	1,88	2,83	2,45	2,35	2,03	1,98	2,79	2,28	2,45	1,97	2,32	1,97	1,88	2,74	2,02	2,304	13,068	1,068
	2,53	2,03	2,22	1,88	2,38	2,79	2,84	2,58	2,45	1,98	2,32	2,28	2,03	1,88	2,18	2,38	2,75	2,02	2,32	2,45	2,45	1,98	1,88	1,98	2,02			

Таблица 10.2.

Размер бактериальных клеток. Бледно-кремовые колонии. Среда МПА. Кокки

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	1,23	0,85	1,18	1,09	1,28	1,06	0,87	0,96	0,91	0,95	1,09	1,23	0,88	1,28	0,85	1,14	0,95	1,18	0,96	0,87	1,18	1,27	1,27	1,28	1,17	1,057	4,133	0,338
	0,76	1,04	0,91	1,23	1,33	0,85	1,06	1,23	0,85	0,85	1,33	0,95	1,09	0,96	1,14	1,27	1,18	1,09	0,95	1,09	1,14	1,04	1,23	1,18	1,24			
2	0,76	1,23	1,18	0,95	0,88	1,14	1,33	1,09	0,76	0,88	0,85	1,28	1,19	0,88	0,76	1,04	0,96	1,28	1,06	1,04	1,28	1,18	0,87	0,96	1,28	1,057	4,133	0,338
	0,87	0,76	1,19	1,19	1,27	1,04	1,09	1,09	0,87	1,33	1,06	1,14	0,87	1,27	0,87	1,18	1,18	0,98	0,85	0,85	1,33	0,95	0,76	1,23	1,33			
3	1,19	1,09	0,95	1,28	1,18	1,18	0,87	1,19	0,95	0,98	1,33	0,96	1,28	0,76	1,04	1,18	0,95	1,23	1,14	0,88	1,09	0,96	1,19	1,09	1,14	1,057	4,133	0,338
	1,06	0,95	0,88	1,19	1,18	1,33	1,06	0,96	0,95	0,85	0,85	0,76	1,27	1,27	1,14	1,17	1,28	1,06	1,09	1,09	0,88	1,04	0,76	1,18	1,04			

Таблица 11.1.

Размер бактериальных клеток. Кремовые колонии. Среда МПА. Бациллы

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	3,53	3,47	3,65	3,45	3,45	3,29	3,39	3,02	3,03	3,05	3,53	3,57	2,55	3,58	2,93	2,99	2,64	3,45	3,39	3,39	3,45	2,87	2,78	3,53	3,57	3,202	14,979	1,224
	3,57	3,55	2,89	3,03	3,57	2,79	3,45	3,37	2,97	3,39	2,69	3,37	2,97	2,88	3,65	3,03	3,59	3,57	3,39	2,84	3,57	3,37	3,58	3,57	3,37			
2	3,25	3,39	2,97	2,85	3,05	2,72	3,03	3,03	3,18	3,45	3,47	3,03	3,03	3,57	2,74	3,02	3,53	3,12	3,06	3,53	3,59	2,95	2,95	3,64	3,03	3,202	14,979	1,224
	2,74	3,39	3,69	3,39	3,39	3,38	3,03	3,53	2,99	3,02	2,75	3,53	2,79	2,75	2,69	3,05	3,03	3,39	3,45	3,57	2,74	2,79	2,97	3,32	3,53			
3	3,03	3,05	3,59	2,75	3,45	3,42	3,37	3,45	2,83	2,85	3,58	3,45	3,59	2,82	2,89	2,87	2,78	3,05	3,57	2,85	3,03	3,45	3,37	3,53	3,37	3,202	14,979	1,224
	2,93	2,97	3,55	2,87	3,65	3,47	3,47	3,03	2,53	2,84	3,55	2,85	2,79	3,37	2,75	3,57	2,95	3,53	3,59	3,23	3,59	3,12	3,57	3,53	3,47			

Таблица 11.2.

Размер бактериальных клеток. Кремовые колонии. Среда МПА. Кокки

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	0,96	1,06	1,65	1,48	1,23	1,06	1,33	0,96	1,35	1,09	1,27	1,23	0,88	1,58	1,49	1,65	1,65	0,85	0,87	1,09	1,58	1,27	0,95	1,49	1,52	1,248	7,782	0,636
	1,48	0,87	1,35	1,52	1,29	0,96	1,28	1,35	0,95	1,19	1,48	1,48	1,35	1,65	1,52	0,85	1,27	1,27	1,28	1,48	1,48	1,29	1,14	1,28	1,06			
2	1,35	1,33	1,09	1,22	1,35	1,48	1,14	0,85	1,14	1,27	0,95	1,29	1,48	1,35	0,88	1,48	1,49	1,09	1,49	0,87	0,85	1,48	0,88	1,35	1,33	1,248	7,782	0,636
	0,95	1,19	1,28	1,06	1,28	0,87	1,49	1,48	0,88	1,58	0,88	1,52	0,96	1,09	0,95	1,45	1,06	1,65	1,65	1,33	1,35	0,95	1,19	1,29	1,14			
3	0,85	1,14	1,27	1,35	1,49	1,33	1,23	1,45	1,19	1,29	1,52	1,45	1,35	1,28	1,48	1,35	1,28	1,45	1,09	1,35	0,96	0,88	0,85	1,23	1,23	1,248	7,782	0,636
	1,58	1,58	0,87	1,45	1,06	1,23	1,12	1,19	1,48	1,35	1,48	1,19	1,58	1,35	1,06	1,29	1,33	1,43	1,23	1,52	1,52	0,87	1,06	1,28	1,48			

Таблица 12.1.

Размер бактериальных клеток. Светло-бордовые колонии. Среда Левина. Бациллы

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	2,32	2,65	2,65	2,38	2,83	2,49	2,48	2,33	2,35	2,36	2,88	2,74	2,37	2,29	2,52	2,32	2,58	2,39	2,48	2,45	2,48	2,37	2,75	2,83	2,38	2,529	5,862	0,478
	2,53	2,37	2,35	2,45	2,32	2,86	2,86	2,53	2,58	2,74	2,85	2,58	2,64	2,45	2,56	2,35	2,48	2,27	2,78	2,88	2,77	2,65	2,26	2,29	2,28			
2	2,34	2,18	2,88	2,28	2,59	2,76	2,78	2,95	2,65	2,79	2,75	2,78	2,65	2,45	2,52	2,56	2,65	2,64	2,75	2,85	2,32	2,58	2,78	2,86	2,59	2,529	5,862	0,478
	2,27	2,74	2,28	2,58	2,48	2,28	2,83	2,65	2,37	2,88	2,23	2,48	2,39	2,35	2,32	2,45	2,74	2,65	2,74	2,74	2,36	2,53	2,35	2,32	2,27			
3	2,56	2,27	2,36	2,59	2,38	2,87	2,75	2,88	2,28	2,69	2,46	2,54	2,58	2,32	2,98	2,54	2,37	2,67	2,88	2,76	2,47	2,27	2,46	2,59	2,59	2,529	5,862	0,478
	2,58	2,35	2,36	2,56	2,27	2,54	2,48	2,74	2,35	2,69	2,29	2,33	2,32	2,35	2,53	2,45	2,38	2,37	2,52	2,45	2,87	2,45	2,65	2,32	2,59			

Таблица 12.2.

Размер бактериальных клеток. Светло-бордовые колонии. Среда Левина. Кокки

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	1,28	0,88	1,06	1,18	0,88	0,95	0,97	1,23	1,14	1,88	0,87	1,23	1,09	0,82	1,04	1,27	1,28	0,88	0,87	1,18	1,28	0,85	0,97	1,19	0,87	1,084	5,281	0,432
	1,09	1,14	1,27	0,95	1,27	1,09	1,18	1,06	0,88	1,28	1,14	1,28	1,19	1,09	0,95	0,88	1,09	1,06	1,19	0,95	1,23	1,09	1,18	0,95	0,12			
2	0,76	1,27	1,23	1,09	0,85	0,76	1,14	1,27	1,09	1,14	0,88	1,28	0,85	1,18	1,06	1,06	0,76	1,14	1,06	1,09	1,19	1,27	1,14	1,27	1,19	1,084	5,281	0,432
	1,27	1,23	1,17	1,04	1,28	1,06	1,23	1,28	0,85	1,23	1,23	1,14	1,28	1,27	0,76	1,14	1,26	1,29	1,28	1,04	1,14	0,95	1,23	1,09	1,23			
3	1,06	1,14	0,87	0,85	1,19	0,87	1,28	1,19	1,28	0,88	1,18	0,97	1,09	1,09	1,28	1,23	1,06	1,27	0,76	0,85	0,87	0,88	0,95	0,85	1,28	1,084	5,281	0,432
	0,88	1,23	1,27	1,09	1,23	1,28	1,28	1,29	1,19	1,14	1,14	1,06	1,14	0,85	1,06	1,23	1,19	1,09	1,28	0,88	0,87	0,87	0,88	1,09	1,27			

Таблица 13.1.

Размер бактериальных клеток. Бледно-розовые колонии. Среда Левина. Бациллы

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	2,32	2,38	2,02	2,08	2,35	2,09	2,17	1,98	2,18	1,97	2,22	2,35	2,36	1,98	2,36	2,02	2,09	2,75	2,09	2,08	2,02	1,88	1,98	2,22	2,27	2,241	9,957	0,814
	2,58	2,58	2,08	2,27	2,08	2,35	2,08	1,88	1,89	2,45	1,88	2,74	1,98	2,18	2,09	1,98	2,45	2,18	2,08	1,97	1,98	2,58	1,89	1,88	2,18			
2	2,02	1,88	2,38	1,87	2,09	2,02	1,88	1,97	2,08	2,22	2,36	1,89	2,45	2,17	2,32	1,98	2,02	2,79	2,35	2,09	2,38	2,32	2,35	1,97	2,17	2,241	9,957	0,814
	1,88	2,78	1,98	2,18	2,03	1,98	2,09	2,09	2,17	2,75	2,22	2,45	2,02	2,38	1,88	2,22	2,22	2,08	1,89	2,18	1,98	2,74	1,88	2,17	1,88			
3	2,46	1,89	2,17	2,35	2,38	1,97	2,03	2,75	2,27	1,98	2,03	2,38	2,38	2,27	2,06	1,97	2,03	2,78	2,38	2,35	1,35	2,46	2,79	2,36	2,03	2,241	9,957	0,814
	2,22	2,09	2,45	2,18	1,88	1,98	2,38	1,98	2,27	2,58	2,36	2,46	2,36	2,46	2,45	1,88	2,75	2,79	2,74	1,98	2,17	1,97	2,38	2,32	2,36			

Таблица 13.2.

Размер бактериальных клеток. Бледно-розовые колонии. Среда Левина. Кокки

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	1,06	1,35	0,76	0,95	1,09	1,14	0,76	1,09	1,35	1,06	0,87	0,76	0,87	0,88	0,76	1,35	1,35	0,95	1,28	1,28	0,88	0,88	1,33	1,35	0,87	1,097	5,572	0,456
	1,19	1,28	1,35	0,76	1,27	1,19	1,35	1,28	1,06	1,33	1,33	1,09	1,09	1,19	1,19	0,76	1,23	1,35	1,09	1,27	0,85	1,06	1,35	0,95	1,19			
2	1,09	0,76	1,27	1,14	0,95	1,33	0,95	1,27	1,27	1,28	1,35	1,35	1,19	0,85	0,87	1,35	1,28	1,27	1,27	1,06	1,06	1,33	0,95	0,76	1,06	1,097	5,572	0,456
	1,27	1,35	1,23	0,87	0,88	0,87	0,85	1,06	1,14	1,14	0,95	1,28	1,27	1,23	1,23	0,85	1,35	1,06	1,29	0,76	1,19	1,14	1,14	1,14	0,87			
3	1,35	0,85	1,28	0,85	1,35	1,06	0,88	0,76	0,88	1,23	1,14	1,06	1,29	1,29	1,14	1,34	1,09	0,87	0,95	0,87	1,27	1,23	0,88	0,87	1,33	1,097	5,572	0,456
	1,19	0,85	1,06	0,95	0,85	0,85	0,76	1,17	1,27	1,33	1,23	1,35	1,14	1,09	1,14	1,29	0,95	1,23	0,85	1,27	0,88	1,19	1,29	1,35	1,06			

Таблица 14.1.

Размер бактериальных клеток. Розовые колонии. Среда Левина. Бациллы

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	2,98	2,99	3,39	2,18	2,91	2,53	2,69	2,74	2,65	2,38	2,79	2,89	2,74	2,84	3,39	2,84	2,58	2,79	2,99	2,55	2,37	2,95	2,58	2,58	2,95	2,722	10,135	0,828
	3,12	2,97	3,03	2,99	2,55	2,64	3,03	2,99	2,92	2,55	2,85	2,88	2,58	2,24	2,84	2,75	2,37	2,58	3,03	2,88	2,95	2,37	2,88	2,53	2,89			
2	2,58	2,83	2,37	2,98	2,89	2,65	2,92	3,21	2,74	2,32	2,55	2,53	2,95	2,75	2,37	2,79	2,65	2,95	3,39	3,32	3,03	2,65	2,74	2,37	2,07	2,722	10,135	0,828
	2,34	2,65	2,99	2,79	3,03	2,85	2,89	2,97	2,69	2,53	3,39	3,03	2,83	2,95	2,89	2,88	2,79	2,95	2,69	2,69	2,55	2,85	2,83	2,53	2,64			
3	2,54	2,58	2,83	2,07	2,32	2,92	2,24	2,64	2,24	3,23	2,99	2,79	2,58	2,85	2,85	2,32	2,92	2,07	2,24	2,75	2,69	2,55	2,64	2,75	2,95	2,722	10,135	0,828
	2,07	2,37	2,69	2,84	2,74	2,65	2,58	2,88	2,58	3,03	2,89	2,55	2,75	2,55	2,89	2,97	2,83	2,64	2,95	2,66	2,69	2,32	2,84	2,88	2,64			

Таблица 14.2.

Размер бактериальных клеток. Розовые колонии. Среда Левина. Кокки

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	1,06	1,09	0,88	1,14	1,05	0,87	1,28	1,18	1,19	1,05	1,15	0,76	1,23	0,97	1,05	1,18	0,95	0,76	1,18	1,04	0,87	1,27	0,96	1,18	1,14	1,109	4,695	0,384
	1,23	0,97	1,18	1,09	1,23	1,28	1,04	1,18	1,23	0,76	1,27	1,04	1,24	1,05	0,97	1,05	1,18	1,28	1,18	1,36	1,28	1,06	1,05	1,49	1,49			
2	1,49	1,04	0,96	0,87	1,27	0,76	1,18	1,05	1,47	1,23	1,14	1,18	1,09	1,14	1,14	0,95	1,09	1,04	1,23	1,49	1,14	1,27	0,76	1,04	1,18	1,109	4,695	0,384
	1,19	1,27	1,28	0,76	1,36	1,06	1,18	1,09	1,09	0,88	1,23	1,18	1,36	1,06	1,49	1,04	0,76	1,36	0,88	1,18	1,19	0,96	0,85	1,18	0,87			
3	0,95	1,49	1,18	1,27	1,06	1,14	0,96	1,28	1,27	1,49	1,04	0,96	0,97	1,18	0,88	0,96	1,27	1,14	1,09	1,06	1,04	1,05	1,18	0,97	1,27	1,109	4,695	0,384
	0,97	0,76	1,09	1,14	0,85	0,95	1,28	1,14	1,36	1,36	1,09	1,18	1,28	1,23	0,76	1,04	1,06	1,18	1,28	1,28	1,18	1,19	0,76	1,18	1,14			

Таблица 15.1.

Размер бактериальных клеток. Серо-розовые колонии. Среда Левина. Бациллы

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	3,08	2,83	2,89	3,25	2,95	2,92	2,92	2,74	2,24	2,79	2,55	2,74	2,32	2,79	3,26	2,69	2,32	2,24	2,85	2,55	2,39	2,38	2,55	2,58	2,88	2,693	9,837	0,804
	2,24	2,65	2,24	2,24	2,55	2,79	2,83	2,99	2,55	3,08	2,97	2,88	2,21	2,85	2,88	2,55	2,69	2,92	2,55	2,24	2,37	2,64	3,03	2,85	2,75			
2	2,89	2,58	2,37	2,74	3,08	3,03	2,58	2,38	2,64	2,88	2,32	2,58	2,35	2,89	3,08	2,92	2,37	2,89	2,97	2,58	2,38	2,95	2,89	2,95	2,32	2,693	9,837	0,804
	2,53	2,55	2,84	2,58	2,89	2,53	2,84	3,23	2,89	2,89	2,64	2,75	2,52	2,92	2,55	2,95	3,08	2,79	3,08	2,69	2,37	2,65	2,95	2,75	2,64			
3	2,32	2,38	3,08	2,95	3,03	2,32	2,75	2,92	2,83	2,99	2,24	2,69	3,0	2,53	2,95	2,65	2,53	2,65	2,89	2,32	2,55	2,92	2,37	2,84	2,84	2,693	9,837	0,804
	2,97	2,99	2,24	2,55	2,32	2,95	3,08	2,38	2,85	3,08	2,24	2,55	2,96	2,89	2,89	2,58	2,38	2,97	2,32	2,92	2,79	2,65	2,92	2,24	2,55			

Таблица 15.2.

Размер бактериальных клеток. Серо-розовые колонии. Среда Левина. Кокки

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	1,23	1,08	1,49	1,08	1,14	1,23	1,09	1,06	0,87	0,95	0,87	1,06	1,05	1,47	1,28	0,88	1,28	1,27	1,09	1,19	1,28	1,05	1,27	0,95	0,95	1,125	4,599	0,376
	0,88	1,19	0,95	1,18	0,85	1,35	1,35	1,49	0,88	1,49	1,09	1,35	1,18	1,35	1,09	1,06	1,23	1,09	1,27	0,87	1,06	1,33	0,95	1,06	1,35			
2	0,87	1,27	1,08	1,28	0,88	1,18	1,14	1,18	0,85	1,19	1,28	0,88	1,14	1,08	0,87	1,28	1,49	1,19	1,49	1,18	1,35	1,23	1,05	1,08	0,85	1,125	4,599	0,376
	1,09	0,95	1,06	1,19	1,05	1,27	1,27	1,08	1,28	1,27	1,23	1,14	1,19	0,88	1,49	0,85	1,18	1,23	1,06	1,09	0,88	1,18	0,88	1,09	1,19			
3	0,87	1,28	0,87	1,23	1,28	1,19	1,05	0,95	0,95	1,18	1,06	0,95	0,87	1,15	1,08	1,08	1,35	0,95	1,19	1,14	1,49	1,06	0,85	1,19	1,28	1,125	4,599	0,376
	1,27	1,27	1,23	1,09	0,85	1,49	1,23	1,14	1,28	1,06	1,09	1,14	1,27	0,95	1,49	1,06	0,95	0,87	1,19	0,88	0,87	1,14	1,49	1,35	1,23			

Таблица 16.1.

Размер бактериальных клеток. Бордовые колонии с металлическим блеском. Среда Левина. Бациллы

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	3,08	3,02	3,27	3,27	2,92	3,39	3,03	3,27	2,92	3,08	3,39	3,03	3,03	3,32	2,97	2,92	2,45	3,38	3,32	3,38	2,74	3,39	2,92	3,08	2,53	3,009	12,905	1,055
	3,39	3,38	2,45	3,08	3,03	2,53	3,24	3,08	3,03	3,38	2,53	3,18	3,39	2,74	2,92	3,08	2,97	3,38	3,03	2,45	3,32	3,08	3,38	2,53	2,92			
2	3,38	2,97	3,27	3,32	3,38	2,97	3,02	3,34	3,32	2,97	2,97	2,74	3,32	3,02	3,03	2,54	3,02	2,53	3,39	2,54	3,03	2,38	2,45	3,39	3,27	3,009	12,905	1,055
	2,92	2,87	3,08	2,53	2,92	2,87	2,38	3,27	3,08	3,37	3,32	3,38	2,53	3,08	3,27	3,02	3,39	2,92	3,08	3,08	2,45	3,08	2,97	2,92	3,03			
3	3,14	3,18	2,97	2,92	3,14	3,18	2,54	2,92	3,02	2,45	3,02	3,38	2,74	3,32	2,54	3,03	3,27	3,08	3,03	3,27	3,02	2,54	2,74	2,45	3,39	3,009	12,905	1,055
	3,08	3,02	3,08	3,03	2,97	3,03	3,08	2,38	3,39	3,38	3,38	2,74	2,92	3,08	3,08	2,45	2,45	2,97	2,45	3,02	3,03	3,08	3,38	3,08	3,27			

Таблица 16.2.

Размер бактериальных клеток. Бордовые колонии с металлическим блеском. Среда Левина. Кокки

№ препарата	Размер клеток, мкм																									Хср.	δ	m
1	1,33	1,04	0,88	1,07	0,95	1,19	1,27	1,18	1,33	0,95	1,05	1,28	1,33	1,04	1,19	1,27	1,06	1,33	1,19	0,88	0,95	1,33	1,65	1,18	0,88	1,188	4,644	0,378
	1,14	1,27	1,65	1,18	1,27	1,35	1,19	0,95	1,36	1,09	1,33	1,08	1,35	1,27	1,35	0,88	0,95	1,09	1,18	1,36	1,65	1,05	1,14	1,33	1,05			
2	0,95	1,19	1,18	1,04	1,06	1,09	1,35	1,09	1,14	0,88	1,18	1,35	1,18	1,65	0,95	1,04	1,33	1,05	1,35	1,18	1,19	1,35	1,09	1,19	1,09	1,188	4,644	0,378
	1,18	1,35	1,33	1,65	1,19	0,88	1,04	1,65	1,18	1,36	1,14	1,27	1,09	1,05	1,14	1,65	1,35	1,05	1,49	1,08	1,09	1,18	1,33	1,28	1,33			
3	1,27	1,36	1,14	1,18	1,35	1,05	1,27	1,19	1,06	1,06	0,95	1,18	1,36	1,18	1,18	1,14	1,27	1,04	1,06	1,35	1,18	1,04	1,27	1,18	1,18	1,188	4,644	0,378
	1,06	1,65	1,14	1,18	1,09	1,19	1,35	1,27	0,88	1,33	1,04	1,06	1,35	1,04	1,27	1,35	1,27	1,19	1,65	1,06	0,95	1,19	1,33	1,33	0,95			