Хамоков, Марат Мухамедович. Разработка и обоснование параметров и режимов работы биогазовой установки для крестьянских (фермерских) хозяйств : диссертация ... кандидата технических наук : 05.20.01 / Хамоков Марат Мухамедович; [Место защиты: Кабард.-Балкар. гос. с.-х. акад. им. В.М. Кокова].- Нальчик, 2012.- 166 с.: ил. РГБ ОД, 61 12-5/2126

61 12-5/2126

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия им. В.М. Кокова»

На правах рукописи

ХАМОКОВ Марат Мухамедович

**РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ КРЕСТЬЯНСКИХ (ФЕРМЕРСКИХ) ХОЗЯЙСТВ**

Специальность 05.20.01 - технологии и средства механизации

сельского хозяйства

ДИССЕРТАЦИЯ на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент

А.Г. Фиапшев

Нальчик-2012

Стр.

ВВЕДЕНИЕ 5

ГЛАВА 1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ

ИССЛЕДОВАНИЯ 12

1. Анализ экологических проблем в деятельности крестьянских (фер-

ч „ 12 мерских) хозяйств.

1. Анализ состояния и перспектив использования биотехнологий и технических средств **ДЛЯ** переработки птичьего помета в крестьянских *I* g (фермерских) хозяйствах
2. Физико-механические свойства и состав птичьего помета 35
3. Анализ процесса анаэробного сбраживания птичьего помета 38
4. Анализ факторов, влияющих на процесс анаэробного сбраживания

41

птичьего помета

1. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур при при- менении органических удобрении
2. Выводы по главе, цель и задачи исследований 50

ГЛАВА 2 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА

РАБОТЫ БИОГАЗОГУМУСНОЙ УСТАНОВКИ 53

1. Энергетическое обоснование использования биологических топ-

53

лив

1. Математическое моделирование процессов, протекающих в био-

56

газовой установке

1. Исследование процесса перемешивания сбраживаемого птичьего

79

помета в биогазовой установке

1. Обоснование конструктивно-технологической схемы и ПараМеТ-

^Г

ров биогазовои установки

2.5 Выводы по главе 91

ГЛАВА 3 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ

ИССЛЕДОВАНИЙ 92

1. Программа экспериментальных исследований 92
2. Методика определения выхода биогаза и органического удобрения

93

из жидкого птичьего помета

1. Методика закладки полевых опытов 95
2. Методика обработки экспериментальных данных 97
3. Выводы по главе 101

ГЛАВА 4 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ

ИССЛЕДОВАНИЙ 102

4.1. Оптимизация основных режимных параметров биогазовой уста-

102

новки

1. Результаты производственных испытаний биогазовой установки.... 116
2. Рекомендации по использованию получаемого биогаза 125
3. Влияние биоорганического удобрения на урожайность и качество

128

овощных культур

1. Выводы по главе 131

ГЛАВА 5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ

ИССЛЕДОВАНИЯ 133

* 1. Экономическая эффективность использования биогазовой уста-

133

новки

* 1. Выводы по главе 143

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ 145

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ 146

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 147

ПРИЛОЖЕНИЯ 161

Сельское хозяйство является важной отраслью экономики любого го­сударства. Давно известно, что крепкая экономика страны напрямую зависит от обеспечения независимости от других стран, особенно в сфере обеспече­ния людей продуктами питания. Сельское хозяйство позволяет в полной мере решить эту проблему. В нашей стране много земли, но климат достаточно суров, поэтому без инновационного подхода очень сложно получать хорошие результаты [31, 39, 47, 82].

Правительство РФ на развитие сельскохозяйственного производства планирует до 2012 года выделить более 1 трлн рублей. Приоритетными на­правлениями программы развития сельского хозяйства, в частности, являют­ся:

* сохранение и воспроизводство используемых в сельскохозяйствен­ном производстве земельных и других природных ресурсов;
* улучшение общих условий функционирования сельского хозяйства путем сохранения и поддержания почвенного плодородия и др.

Министерством сельского хозяйства РФ в рамках приоритетного на­ционального проекта «Развитие АПК» большое внимание уделяется разви­тию крестьянских (фермерских) хозяйств (КФХ). Применение биогазовых установок в КФХ позволит придать структуре хозяйства новые качества: сделать его энергетически независимым, увеличить объёмы производства, решить проблему утилизации отходов [11, 12, 42, 49, 63, 69, 70, 102].

В России на сегодняшний день биогазовые установки в КФХ практи­чески не используются, хотя, согласно Распоряжения Правительства РФ от 8 января 2009 г. №1-р «Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на ос­нове использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 г.», установленная мощность электрогенерирующих установок на биогазе и биомассе к 2020 г. должна вырасти в 5,5 раз по отношению к сегодняшним показателям - до 7850 МВт. Тем не менее, существенных шагов в реализации данного направления пока не предпринято, хотя в последнее время формиро­вание рынка биогазовых установок все более активизируется, в частности сегмент, ориентированный на КФХ. Свою продукцию предлагают отечест­венные и зарубежные производители. Но здесь между производителями есть серьёзные различия. Ведущие зарубежные производители, имеющие боль­шой опыт разработки и строительства биогазовых установок, как правило, предлагают «строительство под ключ» достаточно крупных установок, рас­считанных на переработку десятков тонн биоразлагаемых субстратов в сутки, естественно, что и стоимость этих установок измеряется миллионами евро. Отечественные производители предлагают небольшие установки стоимостью от нескольких десятков тысяч рублей, но пока они тоже не нашли широкого применения.

Таким образом, развитие биогазовой энергетики - это не только воз­можное решение проблемы отходов, но и еще решение энергетических про­блем сельского хозяйства.

Европейская комиссия выделила биоэнергетику в самостоятельное на­правление общей энергетики, что было подтверждено на Всеевропейской конфе­ренции по биоэнергетике в октябре 2003 года в Будапеште [3,28, 56,76,91,96].

В этом плане птичий помет является идеальным сырьем для биогазо­вой станции и дает высокий выход газа. Так, свежий помет несушек, цыплят и бройлеров при клеточном содержании дает примерно одинаковый выход биогаза 130... 140 м3/т. Помет с подстилкой, убираемый раз в 35...40 дней,

о

обеспечивает выход биогаза около 80 м /т.

Помимо сказанного выше, биогазовая энергетика - это еще источник дешевых комплексных органических удобрений, которые образуются как субпродукт при производстве биогаза. Например, при влажности 65 *%* кури­ный помет содержит N и Р2О5 - по 1,9 %, К20 - 0,9 %; при влажности 95 % - соответственно 0,2, 0,2 и 0,1 %. Помет также богат микроэлементами: в 100 г сухого вещества содержится марганца 15...38 мг, цинка - 12...39, кобальта-

1. .1,3, меди-0,5, железа-367...900 мг.

Ещё с древних времен людям были хорошо известны превосходные качества птичьего помета, как удобрения, и они полностью использовали его на своих полях. Для учета поступления и расхода помета были приставлены специальные надсмотрщики, которые строго следили за его сбором.

Для того чтобы помет стал удобрением, должно пройти длительное время (6...9 месяцев). И чем дольше помет лежит, тем больше теряет пита­тельных веществ. Биогазовая технология позволяет в короткие сроки полу­чить натуральные биоудобрения, максимально содержащие биологически ак­тивные вещества и микроэлементы.

Биоудобрения по многим показателям в несколько раз лучше других органических удобрений [6]:

* отсутствие семян сорняков. В гное свиней и крупного рогатого скота и торфе обычно присутствует большое количество семян сорняков. В 1 т свежего гноя находится до 10 тыс. семян разных сорняков, которые пройдя через желудок животных, не теряют способность к прорастанию. Это приво­дит к потере урожая от 5.. .7 ц/га злаковых культур;
* отсутствие патогенной микрофлоры. Через органические удобрения часто распространяются много возбудителей заболеваний растений. Напри­мер, в гное могут содержаться свыше 100 опасных для животных и человека болезней: сибирская язва, туберкулез, бруцеллез, паратиф, паратуберкулез, ящур, сальмонеллез, аскаридоз, кишечные инфекции, - это лишь некоторые из них. Биоудобрения, благодаря специальной технологии переработки в биогазовой установке, полностью обеззаражены от патогенной микрофлоры;
* наличие активной микрофлоры, которое способствует интенсивному росту растений. Органические отходы, которые используют в качестве удоб­рения, не имеют или содержат небольшое количество микрофлоры. В гное содержится 109 колоний/гр. разной микрофлоры, в том числе и патогенной. В биоудобрениях содержится 1012...1014 колоний/гр. микрофлоры, при этом полностью отсутствует патогенная микрофлора;
* отсутствие адаптационного периода. Гной и другая органика, перед внесением в почву, нуждается в проведении длительной подготовки (6... 12 месяцев). Полезные вещества, которые содержатся в них, частично теряются, а остальные начинают действовать в почве лишь на 2...4 год после его вне­сения. Биоудобрения благодаря своей форме начинают эффективно работать сразу при внесении;
* стойкость к вымыванию из почвы питательных элементов. За сезон из почвы вымывается около 80% органических удобрений, потому прихо­диться их ежегодно добавлять в больших количествах. За это же время из почвы вымывается всего до 15% биоудобрений. Таким образом, внесенные в небольшом количестве биоудобрения на ваши поля будут работать на 3...5 лет дольше, чем обычные удобрения;
* максимальное сохранение и накопление азота. Недостаточное коли­чество азота в почве приводит к снижению урожайности многих сельскохо­зяйственных культур. При этом также тормозится эффективный рост расте­ний, ослабляется их стойкость к разным болезням. Длительное азотное голо­дание ведет к гидролизу белков и разрушению хлорофилла. При длительном хранении (компостировании) органических отходов теряется до 50% азота. В биоудобрениях благодаря анаэробному сбраживанию органических отходов в биогазовой установке количество общего азота N сохраняется полностью [19,38, 59];
* экологическое влияние на почву. Органические удобрения в не пере­работанном виде наносят больший вред почве, загрязняя его и грунтовые во­ды. Тогда как биоудобрения являются абсолютно чистым экологическим удобрением.

В целом для сельского хозяйства такие дешевые и доступные удобре­ния - это интенсификация производства и повышение конкурентоспособно­сти отечественной продукции. Для фермера - независимость от конъюнкту­ры закупочных цен на рынке минеральных удобрений и большие урожаи.

В связи с достаточно высокой стоимостью полного комплекта обору­дования, включающего в себя не только биогазовую установку, но и аппарат для измельчения субстрата, газопоршневую электростанцию и т.д., необхо­димо не только подобрать для конкретного КФХ оптимальные параметры ус­тановки, но и обеспечить её эффективную работу с учетом особенностей оте­чественных сельскохозяйственных технологий в КФХ - удаленность хо­зяйств от централизованных систем энергообеспечения, невысокая культура производства, низкий уровень механизации и автоматизации. Поэтому для того, чтобы биогазовая установка работала эффективно, необходимо еще на стадии разработки учесть все аспекты её использования, в том числе и пер­спективы развития производства сельхозпродукции с учетом дополнитель­ных энергетических ресурсов.

Таким образом, разработка высокоэффективной, доступной биогазо- вой установки для КФХ является актуальной задачей.

Работа выполнялась в рамках подпрограммы «Отходы» Федеральной целевой программы «Экология и природные ресурсы России (2002-2010 го­ды)» и в соответствии с тематическим планом научно-исследовательской ра­боты ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйст­венная академия им. В.М. Кокова».

**Цель исследований** - разработка и обоснование параметров и техно­логических режимов работы биогазовой установки для КФХ.

**Объект исследования** - процесс термофильного сбраживания помета птицы при анаэробных условиях с использованием анаэробных микроорга­низмов. Технологическое оборудование биогазовой установки.

**Предмет исследований** - закономерности протекания процессов пе­реработки птичьего помета в термофильных условиях при анаэробном про­цессе с получением биогаза и органических удобрений.

**Научная новизна.** Разработана математическая модель процесса сбраживания птичьего помета в зависимости от режимов работы технологи­ческого оборудования и конструктивных параметров биогазовой установки;

обоснованы конструктивно-технологическая схема, параметры и режимы ра­боты биогазовой установки.

**Методика исследований.** Теоретические и экспериментальные ис­следования проводились с использованием методов математического моде­лирования, оптимизации процессов и математической статистики. Предло­женная биогазовая установка испытывалась в лабораторных и производст­венных условиях в соответствии с действующими ГОСТ, ОСТ и разработан­ными частными методиками. Результаты теоретических исследований под­тверждены экспериментальной проверкой на физической модели и лабора­торной установке. Сходимость результатов теоретических и эксперименталь­ных исследований составила не менее 95%, погрешность опытов - не более 5%. Обработка результатов экспериментальных исследований осуществля­лась на ПЭВМ с использованием пакетов программ Matlab, Excel.

**Практическую ценность** имеют предложенная на основании теоре­тических разработок конструктивно-технологическая схема биогазовой уста­новки, оптимальные параметры и режимы ее работы.

**Реализация результатов исследования.** Опытный образец биогазо­вой установки внедрен в ООО КФХ «Хьэмзэт» и ООО «ТерекАгро» Терского района КБР.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований ис­пользуются в учебном процессе и научной работе со студентами ФГБОУ ВПО «КБГСХА им. В.М. Кокова».

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы докладывались на: 4-й и 5-й Международной научно-технической конферен­ции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве» (г. Мо­сква, 2004, 2006 гг.), Всероссийской научно-практической конференции, по­священной 25-летию КБГСХА (г. Нальчик, 2006 г.), III Международной на- учно-практической конференции «Актуальные проблемы научно- технического прогресса в АПК» (г. Ставрополь, 2008 г.), Международной на­учно-практической конференции «Обеспечение и рациональное использова­ние энергетических и водных ресурсов в АПК» (г. Москва, 2009 г.), Между­народной научно-практической конференции (г. Нальчик, 2011 г.). Опытный образец биогазовой установки демонстрировался на: V Всероссийской спе­циализированной выставке «Энергосбережение в регионах России» (г. Моск­ва, 2003 г.), Всероссийской выставке «Экспо-Сфера» (г. Волгоград, 2004 г.), смотре-конкурсе на лучшую научную работу среди аспирантов и молодых ученых ВУЗов МСХ РФ (г. Зерноград, 2008 г.), VIII, IX и XII специализиро­ванных Международных агропромышленных выставках «Агроуниверсал» (г. Ставрополь, 2006, 2007, 2010 гг.) и отмечен дипломами.

**Публикации.** По материалам исследований опубликовано 10 печат­ных работ, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Минобр­науки РФ. Общий объем опубликованных работ с учетом долевого участия в коллективных публикациях составляет 3,8 п.л.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка использованной литературы и приложе­ний. Общий объем составляет 166 страниц машинописного текста, содержит 21 рисунок, 17 таблиц, и 9 приложений. Список использованной литературы включает 147 источников, из них 23 на иностранных языках.

**Основные положения, выносимые на защиту.** Теоретические зави­симости, характеризующие закономерности протекания процесса анаэробно­го сбраживания птичьего помета; конструктивно-технологическая схема, технологические и конструктивные параметры биогазовой установки.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. На основании анализа состояния проблемы установлено, что ос­новное влияние на процесс анаэробного сбраживания птичьего помета ока­зывают: физико-механические свойства помета; влажность исходного сырья; температура и длительность сбраживания.
2. Используя методы математического моделирования обоснованы конструктивно-технологическая схема и параметры биогазовой установки.
3. Разработана математическая модель процесса выработки биогаза с использованием методики планирования трехфакторного эксперимента, оп­тимизированы параметры: температура сбраживания 54°С; влажность исход­ного сырья 90%; длительность переработки помета 263 ч (11 дней). Выход биогаза при этом составляет 0,67 м /кг СВ.
4. Рекомендовано в качестве способа интенсификации процесса теп­лообмена и выравнивания температуры в объеме сбраживаемого помета ис­пользовать перемешивание, и обоснованы параметры мешалки.
5. Использование биогазовой установки позволяет существенно улучшить экологическую обстановку, т. к. исключается загрязнение приле­гающих водоёмов сточными водами и отсутствуют выбросы в атмосферу вредных веществ (метана, аммиака, оксида натрия).
6. Установлено, что биоорганическое удобрение оказывает положи­тельное влияние на урожайность овощных культур. Так, при внесении опти­мальных доз биоорганического удобрения (для томатов 100 г/растение, для огурцов - 125 г/растение) урожайность томатов повышается на 34,6%, огур­цов - на 44,2%.
7. Общий эффект от использования биогазовой установки в теплич­ном блоке ООО «ТерекАгро» Терского района КБР, включающий эффекты от улучшения экологической обстановки, реализации и использования про­дукции (овощей, биогаза и биоудобрения), составил 378,15 руб/м2.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Предлагается биогазовая установка, позволяющая получать биогаз и ценное органическое удобрение с повышенной биологической активностью.

Оптимальными режимами работы разработанной биогазовой уста­новки являются: температура сбраживания 54°С; влажность исходного сырья 90%; длительность переработки помета 263 ч (11 дней).

При этом выход биогаза составит 0,67 м3/кг СВ.

Рекомендуемые нормы внесения биоорганического удобрения БУМ- 1: для томатов 100 г/растение, для огурцов - 125 г/растение.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов, В.К. Климат и культура огурца / В.К. Абрамов.- Л.: Гид- рометеоиздат, 1974.- 142 с.
2. Андреев, X. Отностна необходимостта от искуствено осветление при отглеждане на краставищи в остьклени оранжереи (на болг. яз.) / X. Анд­реев, Ганев X. // Солскостоп. Техн.- 1999.- Г. 36.- №1.- С. 14-18.
3. Анискин, В.И. Топливо из сельскохозяйственной биомассы / В.И. Анискин, А.В. Голубкович, К.К. Курбанов // Энергия: экономика, техника, экология.- 2005.- №1.- С. 47-50.
4. Артамонов, О.Д. Руководство к лабораторным работам по теплопе­редаче / О.Д. Артамонов.- Л., 1976. - 93 с.
5. Баадер, В. Биогаз: теория и практика / В. Баадер, Е. Доне, М. Брен- дерфер.- М.: Колос.- 1982,- 148 с.
6. Базилинская, М.В. Биоудобрения / М.В. Базилинская. - М.:Агропроиздат, 1989. - 126 с.
7. Балясников, И.А. Экологически эффективный способ переработки органических отходов / И.А. Балясников, М.Ю. Мишланова, А.Н. Шлёма // Актуальные проблемы экологии на рубеже третьего тысячелетия и пути их решения.- Брянск, 1999.- С. 112-115.
8. Барановский, И.Н. Плодородие почвы и влияние удобрений на вос­производство плодородия и урожайность возделываемых культур / И.Н. Ба­рановский. -М.: Монография Деп. во ВНИИТЭИ агропром, 246 ВС-91,1991.- 174 с.
9. Башарина, Н.Е. Влияние повышенных норм органических удобре­ний на плодородие дерново-подзолистых мелиорируемых почв и урожай­ность с.х. культур / Н.Е. Башарина // Автореф. дисс. канд. с/х наук. - М., 1984.-18 с.
10. Безнеденко, А.А. Математические модели химических реакторов /

А.А. Безнеденко. - Киев: Техника, 1970.- 238 с.

1. Безруких, П.П. Состояние и перспективы развития возобновляе­мой энергетики России / Тракторы и с.-х. машины.- 2004. -№8.-С.З-5.
2. Белов, В. Биотопливо из рапса // Сельский механизатор. - 2004. - №5. - с.32.
3. Биогазовая установка // Земледелие. — 1998.-№2. — с. 34.
4. Бойков, Г. П. Основы тепломассообмена: учеб. пособие / Г. П. Бойков, Ю. В. Видин, В. М. Журавлев. - Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2000. - 272 с.
5. Бордовский, Г.А. Физические основы математического моделиро­вания / Г.А. Бордовский, А.С. Кондратьев, А.Д.Р. Чоудери. — М.: Издатель­ский центр «Академия», 2005.- 320 с.
6. Бородачева, Н.В. Органическое производство в Украине / Н.В. Бо- родачева // Агроперспектива. - 2005. - №1. - С.49-52.
7. Брызгалов, В. А. Овощеводство защищенного грунта /

В.А.Брызгалов, В.Е. Советкина, Н.И.Савинова.- JL: Колос, 1995. - 352 с.

1. Варфоломеев, С.Д. Биология получения и трансформации топлив. Сер. Биотехнология / С.Д. Варфоломеев, А.А. Клесов, Чан Динь Тоай. - М., 1983.-295 с.
2. Васильев, В.А. Органические удобрения в интенсивном земледе­лии / В.А. Васильев. - К., - 1984, - 150с.
3. Васильев, В.А. Органические удобрения в интенсивном земледе­лии /В.А. Васильев, И.И.Лукьяненков, В.Г. Минеев.- М.: Колос, 1984.-303с.
4. Васильцов, Э.А. Аппараты для перемешивания жидких сред / Э.А. Васильцов, В.Г. Ушаков. - М.: Машиностроение, 1979. - 272 с.
5. Ващенко, С.Ф. Методические рекомендации по проведению опы­тов с овощными культурами в защищенном грунте / С.Ф. Ващенко, Т.А. На- батова.- М., 1976.- 48 с.
6. Ващенко, С.Ф. Особенности методики проведения опытов в со­оружениях защищенного грунта: исследования с овощными культурами /

С.Ф. Ващенко, Т.А. Набатова // Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве.-М.: Агропромиздат, 1992.- С. 181-193.

1. Влияние сушенного птичьего помета на урожайность сельскохо­зяйственных культур и плодородие почвы / Отчет по хоз. дог. теме 23-2, каф. Почвоведения им. JI.H. Александровой/, - СПб.: Пушкин, 2000.- 63 с.
2. Волохов, JI.H. Производство биогаза и удобрений из отходов: 06- зорн. Информация / JI.H. Волохов. - М., 1982. - Вып. 5.
3. Гелатуха, Г.Г. Современные технологии анаэробного сбраживания биомассы (обзор) / Г.Г. Гелатуха, С.Г. Кобрзарь // Экологии и ресурсосбере­жение.- 2002.- №4. - С.3-7.
4. Глунцов, Н.М. Применение удобрений в тепличном хозяйстве /

Н.М. Глунцов. - М. Московский рабочий, 1987.

1. Голубкович, А.В. Растительные отходы для сельскохозяйственной энергетики / А.В. Голубкович // Энергия: экономика, техника, экология.- 2005.- №7.- С. 24-30.
2. Голышев, Д.И. Утилизация жидкого помета / Д.И. Голышев // Птицеводство.- 1974.- №7.- С. 35-37.
3. Горовая, А.И. Гуминовые вещества / А.И. Горовая, Д.С. Орлов,

О.В. Щербенко. - К.: Наукова думка, 1995. - С. 201-205.

1. Григошан, О.В. Нетрадиционные источники электроэнергии в со­ставе систем гарантированного энергоснабжения / О.В. Григошан, Н.И. Бога­тырев, Н.Н. Курзин // Промышленная энергетика.- 2004.- №1.- С. 59- 62.
2. Гриднев, П.И. Исследование процесса и обоснование параметров технологического оборудования для анаэробного сбраживания навоза круп­ного рогатого скота / П.И. Гриднев // Автореф.дис...канд.техн.наук. - М., 1982.-23 с.
3. Гришаев, И.Д. Эффективность обеззараживания навоза при пере­работке в анаэробных условиях / И.Д. Гришаев // Исследование, проектиро­вание и строительство систем сооружений метанового сбраживания навоза. - М., 1982.-С. 14-15.
4. Димитров, П. Формирование растений при тепличной культуре огурца (на болг. яз.) / П. Димитров // Земледелие.- 1993.-Г. 91, № 3.- С. 10-11.
5. Димитров, П. Определение оптимальной густоты посадки для раз­личных сортов огурца, проводимого в январе в стальных остекленных тепли­цах (на болг. яз.) / П. Димитров, В. Каназирска // Раст. Науки.- 1995.- Г. 32, № 7**.. с. 45-48.**
6. Дубровский, B.C. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов / B.C. Дубровский, У.Э. Виестур. - Рига: Зинатне, 1988. - 204 с.
7. Дульнев, Г. Н. Применение ЭВМ для решения задач теплообмена / Г. Н. Дульнев. - М.: Высш. шк., 1990. - 207 с.
8. Дурдыбаев, С.Д. Утилизация отходов животноводства и птицевод­ства / С.Д. Дурдыбаев, B.C. Данилкин, В.П. Рязанцев. - М.: Агропроминформ, 1989.-53 с.
9. Дьяков, А.Ф. Состояние и перспективы развития нетрадиционной энергетики в России / А.Ф. Дьяков // Изв. РАН. Энергетика-. 2002.- №4.- С. 13-29.
10. Зигмунд, Ф.Ф. Изучение эффективности перемешивания механи­ческими мешалками в условиях теплового импульса / Ф.Ф. Зигмунд, Е.З. Ча- совский // Труды КХТИ. - 1962. - Вып. 30. - С. 329-340.
11. Исаченко, В.П. Теплопередача / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. - М.: Энергоиздат, 1981.- 416 с.
12. Использование биоотходов сельского хозяйства в качестве топлива и рациональные технологии сжигания // Ресурсосберегающие технологии: Экспресс-информ. ВИНИТИ.- 2001.- № 20.- С. 18-21.
13. Капустин, А.С. Исследование теплообмена при перемешивании вязких жидкостей / А.С. Капустин // Автореф. дисс. канд. техн. наук.- JL, 1967.-24 с.
14. Кареев, А.С. Применение биогаза в сельском хозяйстве / А.С. Ка- реев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 1987. - №12. - С. 53-56.
15. Кафаров, В.В. Перемешивание на микро- и макроуровнях в про­цессе ферментации / В.В. Кафаров. - М., 1974. - 157 с.
16. Кафаров, В.В. Принципы создания безотходных химических про­изводств / В.В. Кафаров. - М.: Химия, 1982.
17. Клименко, В.В. Мировая энергетика и глобальный климат в XXI веке в контексте исторических тенденций / В.В. Клименко, А.Г. Терешин // Теплоэнер­гетика.- 2005.- №4.- С.3-7.
18. Ковалев, А.А. Технологии и технико-энергетическое обоснование производства биогаза в системах утилизации навоза животноводческих ферм / А.А. Ковалев // Автореф. дис. .д-ра техн. наук.- М., 1998.- 40 с.
19. Ковалев, А.А. Эффективность производства биогаза на животно­водческих фермах / А.А. Ковалев // Техника в сельском хозяйстве.-2001.-№3.- С.30-33.
20. Козлов, Г.С. Интенсификация теплообмена при перемешивании высоковязких ньютоновских жидкостей в аппаратах / Г.С. Козлов // Автореф. дис. канд. техн. наук. - 1970. - 17 с.
21. Кондратьев, Г.М. Регулярный тепловой режим / Г.М. Кондратьев. - М.: ГТТИ, 1954. - 240 с.
22. Красовский, Г.И. Планирование эксперимента / Г.И. Красовский, Г.Ф. Филаретов.- М.: Изд-во БГУ, 1982.- 302с.
23. Крепис, И.Б. Фабрика топлива и удобрений / И.Б. Крепис. - М.: Знания, 1963. - 71 с.
24. Кулаковская, Т.Н. Современные данные о роли органического ве­щества в плодородии почв / Т.Н. Кулаковская. - В кн.: Проблемы накопления и использования органических удобрений.- Минск, 1976.
25. Кутателадзе, С.С. Основы теории теплообмена / С.С. Кутателадзе. - Новосибирск: Наука, 1970. - 660 с.
26. Ларин, В. Производство топливных пеллет как экологически чистый бизнес / В. Ларин, И. Ларин, А. Кокорин // Энергия: экономика, техника, эколо­гия.-2005.-№12.-С. 45-51.
27. Лахти, О. Биогаз навозной жижи / О. Лахти // Биогаз-85. Проблемы и решения. Материалы советско-финского симпозиума. - Москва-Хельсинки. - 1985.-С. 103-107.
28. Литвинов, С.С. О приумножении знаний об овощах и сортах овощных и бахчевых культур селекции ВНИИ овощеводства / С.С. Литвинов // Каталог сортов и гибридов.- М., 2002.- С. 3-11.
29. Лозановская, И.Н. Теория и практика использования органических удобрений / И.Н. Лозановская, П.Д. Попов. - М.: Аргопромиздат, 1987. - 95 с.
30. Лотош, В.Е. Переработка отходов природопользования / В.Е. Ло- тош.- Екатеринбург: Издательство УрГУПС, 2002.- 463 с.
31. Лотош, В.Е. Экология природопользования / В.Е. Лотош.- Екатеринбург: «Полиграфист», 2001.- 540 с.
32. Лыков, А.В. Методы определения теплопроводности и температу­ропроводности / А.В. Лыков. - М., 1973. - 330 с.
33. Лысенко, В.П. Птицефабрики России поставщики эффективных экологически чистых органических удобрений / В.П. Лысенко // Междуна­родный сельскохозяйственный журнал. - 2002. - №3 - С. 53-55.
34. Магон, М. Мак. Попытка управлять светом / М. Мак Магон // Гав- риш.-2003.-№1.-С. 11-12.
35. Мазур, И.И. Курс инженерной экологии, 2-е изд., испр. и доп. / И.И. Мазур, О.И. Молдаванов О.И.- М.: Высш. шк., 2001.- 510 с.
36. Маккинерни, М. Основные принципы анаэробной ферментации с образованием метана / М. Маккинерни, М. Брайант // Биомасса как источник энергии. - М.: Мир, 1985. - С. 246-265.
37. Малофеев, В.И. Технология безотходного производства в птице- производстве / В.И. Малофеев.- М.: Агропромиздат, 1986.-176 с.
38. Марков, В.М. Овощеводство / В.М. Марков.- М.: Колос, 1974.- 382

с.

1. Мартынов, А.Ю. Переработка органических отходов мясокомби­натов методом аэробного сбраживания / А.Ю. Мартынов // Мясная индуст­рия. - 2003.-№8. - С. 21-23.
2. Масаев, И. В. Использование биоотходов сельского хозяйства в качестве альтернативного топлива / И.В. Масаев // Изв. Акад. пром. эколо­гии.- 2001.-№3.-С. 79-80.
3. Методика Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур.- М., 1970.- 364 с.
4. Методические указания по анализу органических удобрений. - М.: КОЛОС, 1984. - 54 с.
5. Михеев, М.А. Основы теплопередачи / М.А. Михеев, И.М. Михее­ва. - М.: Энергия, 1973. - 320 с.
6. Ольшанский, Е.Ш. Создание эффективного способа по утилизации навоза - важный резерв интенсификации животноводства на промышленной основе / Е.Ш. Ольшанский, К.А. Ильин, М.И. Мягков // Доклад на научн. техн. совещ. по НОТ.- Томск, 1973.
7. Панцхава, Е.С. Техническая биоэнергетика. I. Биомасса как допол­нительный источник топлива. Получение биогаза / Е.С. Панцхава, И.В. Бере­зин // Биотехнология. - 1986. - Вып.2. - С. 1-12.
8. Панцхава, Е.С. Биоэнергетика. Расширенные перспективы / Е.С. Панцхава // Теплоэнергетика.- 2004.- №6.- С. 77-80.
9. Панцхава, Е.С. Биогазовые технологии - радикальное решение проблем экологии, энергетики и агрохимии / Е.С. Панцхава // Теплоэнергети­ка.- 1994.-№4.- С. 36-42.

78 Петербургский, А.В. Лабораторно-практические занятия для лабо­рантов агрохимлабораторий / А.В. Петербургский.- М.: Высшая школа, 1996.- 255 с.

1. Производство и использование биогаза // Экономика сельского хо­зяйства России. - 1996. - №1- 33 с.
2. Протасов, В.Ф. Экология, здоровье и природопользование в Рос­сии / В.Ф. Протасов, А.В. Молчанов. - М.: Финансы и статистика, 1995.-528с.
3. Ревель, Ч. Среда нашего обитания. Энергетические проблемы че­ловечества, книга 3-я / Ч. Ревель.- Москва: Мир.- 1995.- 135с.
4. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России / Под ред. П.П. Безруких. - СПб.: Наука, 2002 - 314 с.
5. Рециркулярное анаэорбное сбраживание отходов сельского хозяй­ства с выработкой биогаза. / Т.Я. Андрюхин, Н.К. Свириденко, Ю.В. Савель­ев и др. // Биотехнология.- 1989.- Т.5.- №2.- С.219-225.
6. Сатьянов, С.В. Повышение эффективности биоустановок путем получения альтернативной энергии и биоудобрений / С.В. Сатьянов // Дисс. канд. техн. наук.- РГАЗУ, 2011.- 158 с.
7. Сборник технических условий на органические удобрения. - М.: Россельхозиздат, 1986.
8. Седов, ЛИ. Методы подобия и размерности в механике / Л.И. Се­дов. - М.: Наука, 1965.- 386 с.
9. Сельскохозяйственная биотехнология: Учебник / В.С, Шевелуха, Е.А. Калашникова, Е.С. Воронин и др. // Под редак. В.С, Шевелухи - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2003.- 469с.
10. Слотэр, Э. Перспективы развития газовой теплоэнергетики / Э. Слотэр // Мировая электроэнергетика. - 1996. - №1. - С. 38-40.
11. Советов, Б .Я. Моделирование систем / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев // Учеб. для вузов - 3-є изд., перераб. и доп. - М.: Высш.шк., 2001.- 343с.
12. Соловьева, А.М. Выращивание томатов в защищенном грунте Нечерноземной зоны РСФСР / А.М. Соловьева.- Л.: Колос, 1982.- 302 с.
13. Сорокин, О.А. Переработка отходов сельскохозяйственных производств биоконверсией / О.А. Сорокин // Промышленная энергетика.- 2005.- №8.- С. 39 -

44.

1. Состояние и перспективы развития биогазовых установок.- М.: ЦНИИТЭИ.- 1986.-41 с.
2. Старых, Г.А. Оценка продуктивности томата по биоклиматиче- скому потенциалу и приходу ФАР в теплицы / Г.А. Старых, М.К. Каюмов // Науч. тр. РГАЗУ.- М., 2002.- С. 109-111.
3. Старых, Г.А. Биоклиматическая продуктивность огурца в теплице / Г.А. Старых, М.К. Каюмов // Науч. тр. РГАЗУ.- М., 2002.- С. 103-104.
4. Стренк, Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками / Ф. Стренк. - Л.: Химия, 1975.-384 с.
5. Тарнижевский, Б.В. Состояние и перспективы использования нетра­диционных возобновляемых источников энергии в России /Б.В. Тарнижевский // Промышленная теплоэнергетика - 2002.- №1.- С. 52 - 56.
6. Твайделл, Дж. Метановое сбраживание сельскохозяйственных от­ходов / Дж. Твайделл, У.Э. Виестур.- М.: Энергоатомиздат, 1988 - 392 с.
7. Теоретические основы теплотехники: учеб. пособие. - М.: Высш. школа, 2007. - 300 с.
8. Тепломассообмен [Электронный ресурс] : электрон, учеб.-метод. комплекс по дисциплине / М. С. Лобасова, К. А. Финников, Т. А. Миловидо- ва [и др.]. - Электрон, дан. (105 Мб). - Красноярск: ИПК СФУ, 2009.
9. Третьякова, Е.П. Влияние сухого птичьего помета на плодородие подзолистых почв и урожай однолетних трав / Е.П. Третьякова, Л.В. Сучкова // Почвоведение и агрохимия в Мурманской области.- Апатиты, 1983.
10. Темукуев, Т.Б. Энергетические методы оценки себестоимости те­пловой и электрической энергии / Т.Б. Темукуев.- Нальчик: Полиграфсервис и Т, 2007. - 84 с.
11. Фиапшев, А.Г. Экологические аспекты необходимости примене­ния биогазогумусной установки на фермерских хозяйствах / А.Г. Фиапшев, М.М. Хамоков, П.Ф. Зильберман, Л.И. Орехова // Сборник научных работ «Актуальные проблемы экологии», т. 3, №3.- Томск: СГМУ, 2004.- С. 435- 436.
12. Фиапшев, А.Г. Проблемы энергообеспечения предприятий Ка­бардино-Балкарской Республики / А.Г. Фиапшев, М.М. Хамоков, А.А. Воль- вач // Сборник научных статей по материалам III Международной научно- практической конференции «Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК».- Ставрополь» «АГРУС», 2008.- С. 203-206.
13. Фиапшев, А.Г. Методика теплового расчета метантенка / А.Г. Фиапшев, М.М. Хамоков // Труды 4-й Международной научно-технической конференции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйст­ве», часть 4 «Возобновляемые источники энергии. Местные энергоресурсы. Экология».- М.: ГНУ ВИЭСХ, 2004.- С. 285-289.
14. Фиапшев, А.Г. Методика определения теплового баланса метан­тенка биогазогумусной установки / А.Г. Фиапшев, М.М. Хамоков // Труды 5- й Международной научно-технической конференции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве», часть 4 «Возобновляемые источни­ки энергии. Местные энергоресурсы. Экология».- М.: ГНУ ВИЭСХ, 2006.- С. 281-284.
15. Фиапшев, А.Г. Тепловой расчет метантенка биогазовой установ­ки / А.Г. Фиапшев, М.М. Хамоков, Б.Б. Темукуев, О.Х. Кильчукова // Мате­риалы Международной научно-практической конференции.- Нальчик: КБГСХА им. В.М. Кокова, 2011.- С. 140-143.
16. Фиапшев, А.Г. Разработка эффективных альтернативных вариан­тов энергосбережения фермерских хозяйств / А.Г. Фиапшев, М.М. Хамоков,

С.Х. Кушаев, О.В. Загазежева // Материалы Всероссийской научно- практической конференции, посвященной 25-летию КБГСХА.- Нальчик: КБГСХА, 2006.- С. 129-132.

1. Фиапшев, А.Г. Разработка и испытание биогазогумусной уста­новки для фермерского хозяйства / А.Г. Фиапшев, М.М. Хамоков // Материа­лы Международной научно-практической конференции «Обеспечение и ра­циональное использование энергетических и водных ресурсов в АПК».- М.: РГАЗУ, 2009.- С. 77-83.
2. Фиапшев, А.Г. Параметры и режимы работы биогазогумусной установки / А.Г. Фиапшев, М.М. Хамоков, А.Н. Малкаров // Материалы Все­российской научно-практической конференции «Процессы и машины агро- инженерных систем».- Нальчик: КБГСХА им. В.М. Кокова, 2011.- С. 136-140.
3. Фокин, В.М. Основы энергосбережения в вопросах теплообмена / В.М. Фокин, Г.П. Бойков, Ю.В. Видин,- М.: Машиностроение-1, 2005.- 192 с.
4. Фокина, В.Д. Переработка навоза в биогаз: Обзор. Информация / В.Д. Фокина, А.Н. Хитрова. - М.: ВНИИТЭИСХ. - 1981. - 44 с.
5. Хаммер, М. Технология обработки природных и сточных вод / М. Хаммер // Пер. с англ. Ю.В.Матвеева: Под ред. Т.А.Карюхиной.- М., 1979. - 400 с.
6. Цветков, Ф. Ф. Задачник по тепломассообмену, учеб. пособие / Ф. Ф. Цветков, Р. В. Керимов, В. И.Величко. - М.: МЭИ, 2008. - 196 с.
7. Цыдендамбаев, А.Д. Тепличный практикум: Томаты. Субстраты и питание / А.Д. Цыдендамбаев // Мир теплиц.- 2002.- Вып. 2.- 136 с.
8. Черноусов, И.Н. Оптимизация радиационного режима томата и огурца при интенсивном выращивании и регулируемых условиях / И.Н. Чер­ноусов, Е.И. Ермаков // Сб. Науч. пробл. технич. обеспеч. аграр.- промышл. комплекса НЧЗ РСФСР.- СПб., 1991.- С. 122-123.
9. Четошникова, JI.M. Повышение эффективности использованияэнер- горесурсов на птицефабрике / JI.M. Четошникова // Механизация и электри­фикация сельского хозяйства.- 2005.- №12.- С. 17-18.
10. Шаробаро, И.Д. Состояние и перспективы развития биогазовых установок: Обзорная информация / И.Д. Шаробаро. - М., ЦНИИТЭИ, 1986. - 35 с.
11. Шведов, В.В. Анализ способов переработки куриного помета /

В.В. Шведов // Мех. и электр. сел. хоз-ва.- 1983,- №4.- С. 41 -44.

1. Шилов, И.А. Экология / И.А. Шилов. -М.: Высш.шк., 1997.-512 с.
2. Штербачек, 3. Перемешивание в химической промышленности /
3. Штербачек, П. Тауск. - JL: Госхимиздат, 1963. - 416 с.
4. Шумилин, Б.А. Производство биогаза в фермерском хозяйстве / Б.А. Шумилин // Техника и оборудование для села.- 2001.-№6.- С.35.
5. Экологическая биотехнология.- Л.: Химия. 1990.- 384 с.
6. Юдахин, Е.С. Исследование теплообмена при перемешивании концентрированных суспензий в аппаратах с мешалками / Е.С. Юдахин // Ав­тореф, дис. канд. техн. наук. - Уфа, 1979. - 15 с.
7. Юдин, М.И. Планирование эксперимента и обработка его резуль­татов / Юдин М.И. - Краснодар: КГАУ.-2004. - 239 с.
8. Asmus, F. Wirkung und ausnutzung des Stickstoffs aus Guile / F. As- mus, H. Hermann //Arch. Acker-Pflanzenbau 17, 927 -934.
9. Barker, N.A. Biological formation of methane / N.A. Barker // Bacte­rial fermentations. - New York, 1956. - P. 1-95.
10. Barthelmes S. Gurken und Tomaten: Neue Zahlen zum Wasser- und Huhrstoff Verbrauch / S. Barthelmes, F.W. Frenz, M. Beck // Gembse, 1997, Sg.33.-Nr. 1.- S.61-64.
11. Buhr, N.O. The thermophilic anaerobic digestion process / N.O. Buhr, J.F. Andrews // Water Res. - 1977, No.l 1. - P. 129-143.
12. Bousfield, S. A note on anaerobic digestion of cattle and poultry wastes / S. Bousfield, P. Hobson, R. Summers // Agr. Wastes. - 1979. - Vol.l, No.2. - P.161-164.
13. Chen, J.R. Kinetic analysis of anaerobic digestion of pig manure and its design implications / J.R. Chen // Arg. Wastes. - 1983. -Vol.8. - P.65-81.
14. Chen, J.R. Effect of temperature on methane fermentation kinetics of beef cattle manure / J.R. Chen, V.H. Varel, A.G. Hashimoto // Biotechnol Bioeng& Symp. - 1980. -No.10.-P.325.
15. Garber, W.F. Operating experience with thermophilic anaerobic diges­tion/ W.F. Garber//J.WPCF. - 1983. - Vol.54., No.8. - P. 1170-1175.
16. Varel, V.H. Effect, of temperature and retention time on methane pro­duction from beef cattle waste / V.H. Varel, A.G. Hashimoto, J.R. Chen // Appl. and Environmental Microbiology. - 1980. -Vol.40, No.2. - P. 217-222.
17. VDI 4630 (2006): Vergarung organischer Stoffe; Substraktcharakteris- ierung, Probenahme, Stoffdatenerhebung, Garversuche. - Beuth Verlag GmbH.- 92 S.
18. VDLUA. Stadtpunkt Humusbilanzierung, Metode zur Beurteilung und bemmessung der Humusversorgung von Ackerland. - Bonn, 2004.
19. Kuratorium fur Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), Die neue Dimgeverordnung, HRSG: AID-Informdienst e.V., Heft Nr. 2007, 64 S.
20. Laber H 2002 Kalkulation der N-Dundung im okologischen gemuse- bau. Schriftenreihe der Sachsischen landesanstal fur Landwirtschaft 7. - 1-77.
21. Kuratorium fur Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), Verwertung Von Wirtschafts und Sekundarrohstoffdunger in der Landwirtschaft, HRSG: AID-Informdienst e.V., Heft Nr. 13/2005, 272 S.
22. Pfilipp, W. Ausbringung von Biogasgtille in Wasserschutygebieten. Tagungsband „50 Jagre biogas in der Landwiertschaft", Hrsg. Fachverband Biogas e.V.- 1998.
23. Reinhold, J. Eine Moglichkeit der Ableitung der Stickstoffwiersamkeit organischer Dunger aus stofflicher Zusammensetzung und Humusreproduktion- sleistung einschliessslich Auswirkungngen auf die betribliche Stickstoffbilanz / J. Reinhold .-VDLUFA- Schriftenreihe, Band 61, Bonn 2005.
24. Reinhold, J. Einordnung von Komposten in die „Gute fachliche Dundungs praxis" unter besonderer berucksichtigung der Humusversorgung land- wirtschaftlicher Boden / J. Reinhold. - Rostok VDLUFA 2004, SI 16.
25. Jakel, K. Umweltwirkung von Biogasgulle / K. Jakel. - Biogas - Jour­nal 3/1999 Fachverband Biogas e.V.
26. Jain, M. Anaerobic digestion of cattle and sheep wastes / M. Jain, R. Singh, P. Tanro // Agr. Wastes. - 1981. - Vol.3. - P. 65-73.
27. Jane, K. Biogas and Natural Gaz fuel mixture for the future. First World Conference and Biomass for Energy and Industry / K. Jane, B. Anker. - Seveile. 2000.
28. Fischer, J.R. The engineering economic and management conf. / J.R. Fischer, E.L. Jannoti, J.H. Porter J.H. - Cornell Univ., Ithaca. - New York, 1975.
29. Hawker, F.R. Design and operation of laboratory-scale anaerobic di­gesters: operating experience with polltry litter / F.R. Hawker, B.V. Yong // Agr. Wastes. - 1980. Vol.2. - No.2. -P. 119-133.
30. Hirschfelder, J. O. Molecular theory of gases and liguids / J. O. Hirschfelder, C. F. Curtis, R.B. Bird.- Wiley, N.Y. 1964.