

## ЧАСТЬ 4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ БИОГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В процессе переработки органических отходов в биогазовых установках получают два основных продукта – биогаз и сброженную биомассу, которые можно использовать в сельском хозяйстве, в промышленности и в быту.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОГАЗА

Основным способом применения биогаза является превращение его в источник тепловой, механической и электрической энергии. Однако крупные биогазовые установки можно использовать для создания производств по получению ценных химических продуктов для народного хозяйства.

На биогазе могут работать газосжигающие устройства, вырабатывающие энергию, которая используется для отопления, освещения, снабжения кормоприготовительных цехов, для работы водонагревателей, газовых плит, инфракрасных излучателей и двигателей внутреннего сгорания.

Наиболее простым способом является сжигание биогаза в газовых горелках, так как газ можно подводить к ним из газгольдеров под низким давлением, но более предпочтительно использование биогаза для получения механической и электрической энергии. Это приведет к созданию собственной энергетической базы, обеспечивающей эксплуатационные нужды хозяйств.

Таблица 18. Компоненты биогаза [21]

Характеристики	Компоненты биогаза					Биогазовая смесь (CH <sub>4</sub> – 60%, CO <sub>2</sub> – 40%)
	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	N <sub>2</sub>	
Объемная доля, %	55 – 70	20 – 44	1	1	< 3	100
Объемная теплота сгорания, МДж/м <sup>3</sup>	35,8	-	10,8	22,8	-	21,5
Предел воспламеняемости (содержание в воздухе), %	5 – 15	-	4 – 30	4 – 45	-	5 – 12
Температура воспламенения, °С	+65 +750	-	+585	-	-	+650 +750
Нормальная плотность, г/л	0,72	1,98	0,9	1,54	-	1,2

### ГАЗОВЫЕ ГОРЕЛКИ

Основной частью большинства бытовых приборов, в которых можно использовать биогаз, является горелка. В большинстве случаев предпочтительны горелки атмосферного типа, работающие на предварительно смешанном с воздухом биогазе. Потребление газа горелками сложно подсчитать заранее, поэтому конструкция и настройка горелок должны определяться для каждого индивидуального случая экспериментально.

По сравнению с другими газами биогазу нужно меньше воздуха для возгорания. Следовательно, обычные газовые приборы нуждаются в более широких жиклерах для прохождения биогаза. Для полного сгорания 1 литра биогаза необходимо около 5,7 литров воздуха, в то время как для бутана – 30,9 литра и для пропана – 23,8 литра [8].



Рис.34. Газовая плита, работающая на биогазе в с. Петровка.  
Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»

Модификация и адаптация стандартных горелок является делом эксперимента. По отношению к наиболее распространенным бытовым приборам, приспособленным для использования бутана и пропана, можно отметить, что бутан и пропан обладают теплотворной способностью почти в 3 раза выше, чем биогаз, и дают в 2 раза большее пламя.

Перевод горелок на работу на биогазе всегда приводит к более низким уровням работы приборов. Практические меры для модификации горелок включают:

- увеличение жиклеров в 2-4 раза для прохождения газа;
- изменение объема подачи воздуха.

### Газовые плиты

Перед использованием газовой плиты горелки должны быть тщательно отрегулированы для достижения:

- компактного голубоватого пламени;
- пламя должно самопроизвольно стабилизироваться, т.е. негорящие участки горелки должны самостоятельно загораться в течение 2-3 секунд.

### Излучающие нагреватели

Излучающие нагреватели используются в сельском хозяйстве для получения нужных температур для выращивания молодняка, например поросят и цыплят, в ограниченном пространстве. Необходимая поросятам температура начинается от 30-35°C в первую неделю и затем медленно падает до температуры 18-23°C в 4 и 5 недели.

Как правило, регулировка температуры состоит в поднятии или опускании обогревателя. Хорошая вентиляция является необходимостью для предотвращения концентрации CO или CO<sub>2</sub>. Следовательно, животные должны находиться под постоянным присмотром, и температура проверяется через регулярные интервалы. Обогреватели для поросят или цыплят потребляют около 0,2 – 0,3 м<sup>3</sup> биогаза в час.

### Тепловое излучение обогревателей

Излучающие нагреватели реализуют инфракрасное тепловое излучение через керамическое тело, которое нагревается до ярко-красного состояния при температурах 900-1000°C пламенем. Обогревающая возможность излучающего обогревателя определяется умножением объема газа на чистую теплотворную способность, так как 95 % энергии биогаза превращается в тепло. Выход тепловой энергии от маленьких нагревателей составляет от 1,5 до 10 кВт тепловой энергии [8].

### Предохранитель и воздушный фильтр

Использующие биогаз излучающие нагреватели должны всегда быть оборудованы предохранителем, который прекращает подачу газа в случае снижения температуры, то есть в случае, когда газ не сжигается.



Рис.35. Водонагревательный котел для отопления дома с излучающими керамическими нагревателями в с. Петровка.  
Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»



Рис.36. Регулятор давления газа.  
Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»

## Потребление биогаза

Бытовые газовые горелки потребляют 0,2 – 0,45 м<sup>3</sup> биогаза в час, а промышленные – от 1 до 3 м<sup>3</sup> биогаза в час. Необходимый объем биогаза для приготовления пищи может быть определен на основании времени, ежедневно затрачиваемого на приготовление пищи.

Таблица 19. Расход биогаза для бытовых нужд

Горелка	Назначение	Использование биогаза, м <sup>3</sup>
Бытовая	Приготовление порции пищи для одного человека	0,15 – 0,3
Бытовая	Кипячение воды	0,03 – 0,05
Бытовая	Отопление помещения	0,2 в сутки

## ДВИГАТЕЛИ, РАБОТАЮЩИЕ НА БИОГАЗЕ

Биогаз можно применять в качестве топлива для автомобильных двигателей, причем эффективность его в этом случае зависит от содержания метана и наличия примесей. На метане могут работать как карбюраторные, так и дизельные двигатели. Однако, так как биогаз является высокооктановым топливом, более эффективно его использование в дизельных двигателях.

Для работы двигателей необходимо большое количество биогаза и установка на двигатели внутреннего сгорания дополнительных устройств, которые позволяют им работать как на бензине, так и на метане.

## Газоэлектрогенераторы

Опыт показывает, что биогаз экономически целесообразно использовать в газоэлектродвигателях, при этом сжигание 1 м<sup>3</sup> биогаза позволяет вырабатывать от 1,6 до 2,3 кВт электроэнергии. Эффективность такого использования биогаза повышается за счет использования тепловой энергии, образующейся при охлаждении мотора электрогенератора, для обогрева реактора биогазовой установки.

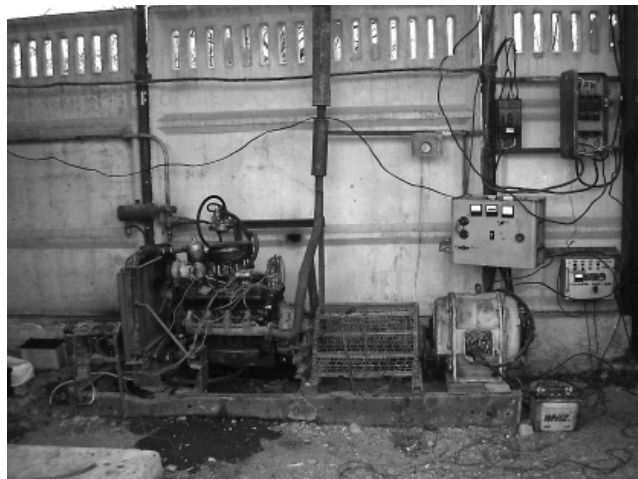


Рис.37. Газоэлектрогенератор в с. Петровка.  
Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»

## Очистка биогаза

Для использования биогаза в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания необходимо предварительная очистка биогаза от воды, сероводорода и углекислоты.

## Уменьшение содержания влаги

Биогаз насыщен влагой. Очистка биогаза от влаги состоит в его охлаждении. Это достигается при пропускании биогаза по подземной трубе для конденсации влаги при более низких температурах. Когда газ вновь подогревается, содержание влаги в нем существенно уменьшается. Такое высушивание биогаза особенно полезно для используемых счетчиков сухого газа, так как они со временем обязательно заполняются влагой.

## Уменьшение содержания сероводорода

Сероводород, смешивающийся в биогазе с водой, образует кислоту, вызывающую коррозию металла. Это является серьезным ограничением использования биогаза в водных обогревателях и двигателях.

Наиболее простым и экономичным способом очистки биогаза от сероводорода является сухая очистка в специальном фильтре. В качестве абсорбера применяется металлическая «губка», состоящая из смеси окиси железа и деревянной стружки. С помощью 0,035 м<sup>3</sup> металлической губки из биогаза можно извлечь 3,7 кг серы. Если содержание сероводорода в биогазе составляет 0,2%, то этим объемом металлической губки можно очистить от сероводорода около 2500 м<sup>3</sup> газа. Для регенерации губки ее необходимо поддержать некоторое время на воздухе.

Минимальная стоимость материалов, простота эксплуатации фильтра и регенерация абсорбера делают этот метод надежным средством защиты газгольдера, компрессоров и двигателей внутреннего сгорания от коррозии, вызванной продолжительным воздействием сероводорода, содержащегося в биогазе. Окись цинка также является эффективным абсорбентом сероводорода, причем это вещество имеет дополнительные преимущества: оно абсорбирует также органические соединения серы (карбонил, меркаптан и т.д.) [18].

#### Уменьшение содержания углекислоты

Уменьшение содержания углекислоты – сложный и дорогой процесс. В принципе, углекислота может быть отделена путем впитывания в известковое молоко, но такая практика приводит к образованию больших объемов извести и не подходит для использования в системах большого объема. Углекислота сама по себе является ценным продуктом, который можно использовать в различных производствах.

#### Использование метана

Современные исследования химиков открывают большие возможности использования газа метана для производства сажи (красящее вещество и сырье для резиновой промышленности), ацетилена, формальдегида, метилового и этилового спирта, метилена, хлороформа, бензола и других ценных химических продуктов на базе больших биогазовых установок [18].

#### Потребление биогаза двигателями

В с. Петровка Чуйской области КР биогазовая установка ассоциации «Фермер» объемом 150 м<sup>3</sup> обеспечивает биогазом для бытовых нужд 7 крестьянских хозяйств, работу газозлектрогенератора и двух автомашин – УАЗа и ЗИЛа. Для работы на биогазе двигатели были дооборудованы специальными устройствами, а автомашины – стальными баллонами для закачки газа.

Средние значения потребления биогаза для производства 1 кВт электроэнергии двигателями ассоциации «Фермер» - около 0,6 м<sup>3</sup> в час.



Рис.38. Сероводородный фильтр и абсорбер для отделения углекислоты в с. Петровка.

Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»



Рис.39. УАЗ, работающий на биогазе в с. Петровка.

Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»

Таблица 20. Использование биогаза в качестве моторного топлива в с. Петровка

Двигатель	Использование	Количество баллонов	Использование биогаза, м <sup>3</sup>
УАЗ-469	Автомашина	3 баллона	42 на 100 км
ЗИЛ ММЗ-130	Автомашина	9 баллонов	72 на 100 км
ГАЗ-53	Электрогенератор	-	20 в час – 37кВт

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗА

Эффективность использования биогаза составляет 55% для газовых плит, 24% для двигателей внутреннего сгорания. Наиболее эффективный путь использования биогаза – в качестве комбинации тепла и энергии, при котором можно достичь 88% эффективности<sup>8</sup>. Использование биогаза для работы газовых горелок в газовых плитах, отопительных котлах, кормозапарниках и теплицах – лучший вид использования биогаза для фермерских хозяйств Кыргызстана.

### Излишки биогаза

В случае излишка вырабатываемого установкой биогаза рекомендуется не выбрасывать его в атмосферу – это приведет к неблагоприятному влиянию на климат, а сжигать. Для этого в газораспределительную систему устанавливается факельное устройство, которое должно находиться на безопасном расстоянии от строений.



Рис.40. Факельная горелка для сжигания излишков биогаза в с. Петровка.

Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОУДОБРЕНИЙ

Переработанные в биогазовых установках органические отходы превращаются в биомассу, которая содержит значительное количество питательных веществ и может быть использована в качестве биоудобрения и кормовых добавок.

Образующиеся при сбраживании гумусные материалы улучшают физические свойства почвы, а минеральные вещества служат источником энергии и питанием для деятельности почвенных микроорганизмов, что способствует повышению усвоения питательных веществ растениями.

Основное преимущество биоудобрений заключается в сохранении в легко усваиваемой форме практически всего азота и других питательных веществ, содержащихся в исходном сырье. Значительным преимуществом биоудобрений перед навозом, перепревшим в естественных условиях, является то, что при сбраживании навоза в биогазовых установках погибает значительная часть яиц гельминтов, патогенных микроорганизмов и семян сорняков, содержащихся в навозе.

### Органические вещества в удобрениях

В то время как азот, калий и фосфор могут содержаться в минеральных удобрениях, для других составляющих биоудобрения, получающегося при анаэробном сбраживании навоза в биогазовых установках, таких как протеин, целлюлоза, лигнин и т.д., нет химических заменителей.

Органические вещества являются базой для развития микроорганизмов, отвечающих за переведение питательных веществ в форму, которая легко может быть усвоена растениями. Благодаря декомпозиции и распаду органической части сырья, сброженный биослам в доступной форме предоставляет быстро действующие питательные вещества, которые легко входят в почву и сразу готовы для поглощения растениями и почвенными микроорганизмами.

## Гуминовые кислоты [15]

Важными органическими веществами, присутствующими в биоудобрениях, являются гуминовые кислоты. Они повышают сопротивляемость растений неблагоприятным условиям внешней среды: засухе, высоким и низким температурам, токсичным веществам (пестицидам, гербицидам, тяжелым металлам), повышенной радиации. Гуминовые кислоты способствуют ускорению роста и развития растений, сокращению вегетационного периода, более раннему (на 8-10 дней) созреванию и увеличению урожайности сельскохозяйственных культур.

Содержание гуминовых кислот в биоудобрениях составляет от 13% до 28% на сухое вещество, а их концентрация зависит от температуры процесса сбраживания сырья.

## Улучшение качества почв

Содержание гуминовых кислот в биоудобрении особо важно для низкогуминовых почв Кыргызстана. Применение биоудобрений приводит к быстрой гумификации растительных остатков в почвах, помогает уменьшить уровень эрозии за счет формирования стабильного гумуса и увеличивают содержание питательных веществ, улучшает гигроскопичность, увеличивает амортизирующие и регенерирующие качества почв. Также замечено, что активность дождевых червей при применении биоудобрений, по сравнению с применением простого навоза, увеличивается [8].

Применение биоудобрений на щелочных почвах приводит к нейтрализации почвы и повышению ее влажности, что особенно важно для засушливых областей Кыргызстана [17].

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ БИОУДОБРЕНИЙ НА РАСТЕНИЯ

Эффективность биоудобрения изучалась как стимулятор энергии прорастания, всхожести семян и развития корневой системы и стеблей при различных концентрациях и сроках внесения учеными и практиками.

## ПШЕНИЦА

### Лабораторные испытания [15]

Добавка гуминовых кислот, выделенных из биоудобрения, в среду для прорастания семян пшеницы показала, что они стимулируют удлинение корней и стеблей зерен пшеницы сортов «лада», «интенсивная» и «безостая», наибольший положительный эффект был получен при использовании 1% и 0,01% растворов.

При проведении опытов по исследованию воздействия биоудобрения на энергию прорастания, всхожесть семян и развитие стеблей и корней пшеницы при различных концентрациях внесения двух видов биоудобрения в Научно-исследовательском институте земледелия (НИИЗ) были получены следующие результаты:

- Обработка семян пшеницы при всех концентрациях биоудобрений оказывается эффективной. Всхожесть семян увеличивается при концентрациях 0,01, 1, 3 и 6% раствора до 99%. Прирост корней увеличивается на величину, до двух раз превышающую контрольные семена.
- Прорастание семян произошло уже на вторые сутки проведения опыта, на пятые сутки опыта семена пшеницы развили мощную корневую систему (см. рис. 41).
- Биоудобрение, полученное в результате сбраживания с регулярным добавлением свежего сырья лучше влияет на всхожесть, развитие стеблей и корней пшеницы. Таким образом, рекомендуется переработка сырья в непрерывном режиме.

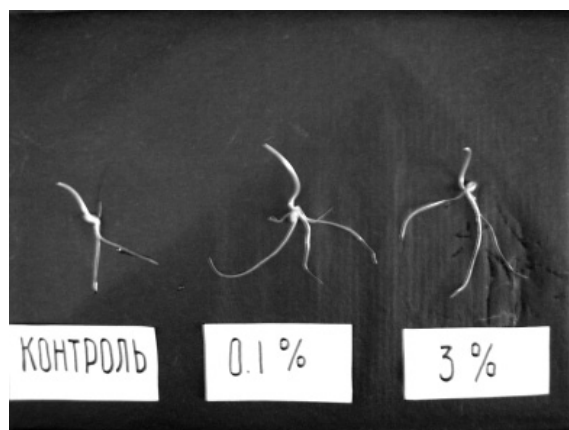


Рис.41. Воздействие биоудобрения на зерна пшеницы сорта «Интенсивная»  
Опыт: Абасов В.С. КНИИЗ, Фото: Веденева Т., ОФ «Флюид»

## Полевые испытания и практические результаты

Полевые опыты для определения влияния биоудобрений на урожайность пшеницы были проведены на территории тепличного хозяйства Кыргызского НИИЗ с сортом пшеницы «джамин» на участке площадью 12 м<sup>2</sup>. Удобрения вносились под предпосевную обработку почвы и в подкормку.

Обработка почвы, посев и уход за растениями проводились согласно агротехническим рекомендациям, полива не производилось. При внесении биоудобрений в количестве 400 литров на га было получено на 5,3 центнера с гектара больше, а при внесении 800 литров на га – на 2,2 центнера с гектара больше урожая, чем без применения биоудобрения (21,6 ц/га) [15].



Рис.42. Воздействие биоудобрения на зерна пшеницы сорта «половчанка».  
Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»

Фермерское хозяйство «Бакыт» Сокулукского района Чуйской области получило в 2004 году 60 центнеров пшеницы сорта «кыял» с гектара на участке 12 га, используя биоудобрения, разбавленные в пропорции 1:50 – в количестве 2 тонн на га.

В 2004 году ассоциация «Фермер» приняла решение взять в аренду неблагоприятный участок земли с целью продемонстрировать эффективность биослама в качестве удобрения. На участке бедной и каменистой почвы размером 14 га, заброшенном по причине низкой урожайности (7-10 центнеров с га), в этом году были получены хорошие результаты – 35 центнеров пшеницы сорта «половчанка» с гектара.

Аналогичные результаты были получены и на другом участке размером 6 га – собрано 32,5 центнера пшеницы сорта «интенсивная» с каждого гектара неурожайной почвы. Удобрения вносились в предпахотный период в количестве трех тонн на гектар и при поливе в количестве одной тонны на гектар.

## КУКУРУЗА

Использование биоудобрения при выращивании овощных культур и кукурузы на силос показали, что при подкормочном внесении необходимо разбавлять биоудобрение водой в соотношении 1 : 20, 1 : 40, 1 : 50, в зависимости от содержания в удобрении гуминовых кислот. Опыты, проведенные Латвийской сельскохозяйственной академией, показали увеличение урожайности кукурузы на 49%.



Контрольный участок



Опытный участок

Рис.43. Воздействие биоудобрения на кукурузу.

Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»

При единовременном предпахотном внесении биоудобрений в количестве 4 тонны на га, ассоциацией «Фермер» было зарегистрировано увеличение урожайности кукурузы на силос в 1,8 раза.

## ПОМИДОРЫ, КАРТОФЕЛЬ И ДРУГИЕ КЛУБНЕВЫЕ ОВОЩИ

При применении биоудобрения урожайность помидоров и картофеля повысилась на 15 – 27% по сравнению с контрольным вариантом. По свидетельству фермеров, пользующихся биоудобрениями, вегетационный период картофеля, обработанного перед посадкой жидким удобрением, сокращается примерно на 2 недели. При этом урожайность увеличивается в 1,5 - 2 раза.

Латвийской сельскохозяйственной академией проводились опыты на картофеле, показавшие увеличение урожайности на 11-35% при применении биоудобрения.

Измельченная и сброженная в биореакторе помидорная ботва образует детритогумин – запатентованный вид биоудобрений, позволяющий выращивать в Чуйской долине помидоры, достигающие весом 0,7-1,5 килограмма [15].

Опыты, проведенные исследователями на разных видах овощных культур, показывают, что наиболее заметный эффект от применения биоудобрений проявляется на клубневых овощах (редис, морковь, картофель и т.д.) и на фруктовых деревьях [13].

## ЯЧМЕНЬ

Влияние биоудобрений на энергию прорастания, всхожесть семян, развития стеблей и корней ячменя при различных концентрациях биоудобрений изучалось в лабораторных опытах в Кыргызском научно-исследовательском институте земледелия.

Применение растворов 0,01%, 0,1%, 1%, 3%, 6% концентрации незначительно влияет на всхожесть семян ячменя, но прирост корней почти при всех концентрациях биоудобрения увеличивается, особенно при 3–6-процентных концентрациях раствора, а концентрация раствора 0,1% дает значительный прирост стеблей (см. Рис. 44) [15].

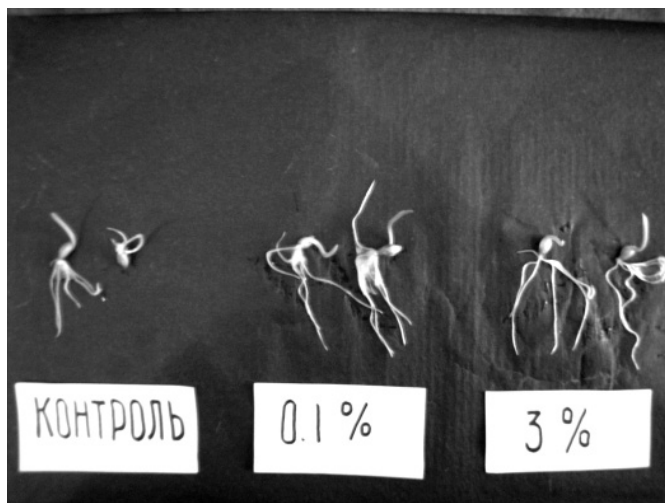


Рис.44. Воздействие биоудобрения на зерна ячменя сорта «Нарын-27». Опыт: Абасов В.С. КНИИЗ, Фото: Веденева Т., ОФ «Флюид»

## САХАРНАЯ СВЕКЛА

Полевые опыты для определения влияния биоудобрений на урожайность сахарной свеклы были проведены на территории тепличного хозяйства Кыргызского НИИЗ с сортом свеклы «К 70» на участке площадью 30 м<sup>2</sup>. Удобрения вносились под предпосевную обработку почвы и в подкормку.

Обработка почвы, посев и уход за растениями проводились согласно агротехническим рекомендациям, было проведено 8 поливов. Уборка урожая проводилась вручную, корни взвешивались со всей учетной площади участка.

Прибавка от внесения удобрений колеблется в широких пределах от 21% (при внесении 800 литров на га) до 33% (при внесении 400 литров биоудобрений на га) и зависит от почвенно-климатических условий, норм, сроков и способов внесения удобрений [15].

## СОЯ

При проведении опытов на эффективность применения биоудобрения для сои в Кыргызском НИИЗ была замечена хорошая реакция сои на 3-процентный раствор биоудобрений, прорастание произошло на вторые сутки проведения эксперимента, на пятые сутки наблюдалось формирование побега.

## ХЛОПОК

Полевые исследования влияния биоудобрения на урожайность хлопка в частном хозяйстве Базар-Курганского района Джалал-Абадской области показали, что использование 10-процентного раствора биоудобрений во время посева и при первой культивации из расчета 300 л/га позволяет получать урожай хлопка 30 ц/га. Контрольный участок с использованием навоза показал урожайность в 20-25 ц/га, то есть урожайность хлопка при применении биоудобрений повышается на 20% - 50% [17].



Рис.45. Воздействие биоудобрения на соевые бобы.  
Опыт: Абасов В.С. КНИИЗ, Фото: Веденева Т., ОФ «Флюид»

## ДЕРЕВЬЯ, КУСТАРНИКОВЫЕ РАСТЕНИЯ И ТРАВСТОЙ<sup>16</sup>

Проведенные в институте биосферы южного отделения НАН КР полевые исследования показали, что применение биоудобрений для образования корневой системы черенков различных плодовых, декоративных и других древесно-кустарниковых растений более эффективно, чем применение традиционного дорогостоящего химического вещества гетероауксина.

Практика показала, что использование биоудобрения для выращивания естественного травостоя на горно-луговых почвах при двух укосах дает увеличение зеленой массы на 21%. В латвийском совхозе «Огре» применение биоудобрения на травах за 3 укоса показало увеличение урожая в 5 раз, а на культивированных травах за 4 укоса — в 1,5 раза.

## ВНЕСЕНИЕ БИОУДОБРЕНИЙ

### Сроки и нормы внесения биоудобрений

Переработанное сырье наиболее эффективно при внесении его на поля незадолго до вегетационного периода. Возможно дополнительное внесение биоудобрений во время роста растений. Необходимые количества и время внесения зависят от конкретного растения. Для соблюдения гигиены листьев растений, употребляемые в пищу, не должны удобряться методом внекорневой подкормки.

Ниже приводятся рекомендации по эффективному использованию биоудобрений [15]:

Предпосевное замачивание семян: раствор для замачивания – 1:50; семена замачивают до появления ростков.

Зерновые увлажняют перед высевом раствором 1:50.

Фруктовые деревья и полив почв: используется раствор 1:50 из расчета 4-5 л на 1 м<sup>2</sup> (от 1 до 1,5 тонны удобрения на 1 га). Предпахотная обработка почвы и в зимнее время по снегу из расчета 1-1,5 т на 1 га раствором 1:10.

Овощные и цветочные рассадные растения: полив почвы после посева семян и после появления всходов 1:70. Для полива почвы и растений после высадки рассады в грунт с интервалом 10-15 дней из расчета 1:70 4-5 л на 1 м<sup>2</sup>.

Земляника и ягодные кустарники: первая обработка – полив и опрыскивание – весной по первым листьям, вторая и третья с интервалом 10-15 дней во время полива из расчета раствором 1:50 4-5 л на 1 м<sup>2</sup>.

Комнатные растения: Полив производится в период активного роста 3-4 раза с интервалом 10-15 дней раствором 1:60.

## КОРМОВАЯ ДОБАВКА

Биоудобрения используются в мировой практике в качестве активных добавок для повышения эффективности кормов для животных. В процессе анаэробной переработки сырья происходит обеззараживание биоудобрений от всех видов патогенной микрофлоры, особенно при использовании термофильного режима. Более того, переработанная биомасса приобретает новые, положительные с точки зрения кормопроизводства свойства - в ней повышается концентрация белка, она обогащается витамином В12 и другими полезными веществами.

Промышленное производство белково-витаминных добавок на основе сброженных в биогазовых установках сельскохозяйственных отходов развито в Израиле, на Филиппинах, в Канаде, в США, где средняя стоимость таких добавок составляет 12 долларов за 1 тонну [19].

### Здоровье животных и состав кормов

Нормальная деятельность организма животных возможна при регулярном поступлении пищи, содержащей питательные вещества: жиры, белки, углеводы, а также минеральные соли, воду и витамины. Питательные вещества являются источником энергии, покрывающим расходы организма, и строительным материалом, который используется в процессе роста организма.

Белки занимают особое место среди питательных веществ, необходимых животным, так как не могут быть заменены какими-либо другими пищевыми веществами. При недостаточном количестве белков нормальный рост организма приостанавливается. К полноценным белкам относятся преимущественно белки животного происхождения, однако некоторые растения (картофель, бобовые и др.) содержат полноценные белки.

Витамины играют роль регуляторов обмена веществ. В настоящее время выделено и изучено более 20 витаминов, необходимых животному организму. Особую роль для животных играет витамин В12. Витаминная недостаточность В12 может вызвать нарушение роста, ухудшение усвояемости (в особенности белка), анемию («сухотку» у жвачных животных), жесткость волосяного покрова и воспаление кожи. У птицы недостаточное поступление в организм витамина В12 приводит к повышенной смертности эмбрионов и вылупившихся цыплят. В случае длительного дефицита этого витамина может также ухудшиться яйценоскость.

Таким образом, с точки зрения животноводства корма должны содержать необходимые основные элементы в усваиваемой животными форме, набор микроэлементов, иметь определенное количество полноценного белка, а также содержать витамины [19].

### Необходимость кормовых добавок

Природные корма часто не отвечают требованиям по содержанию необходимых животным веществ. Растительные корма, как правило, не могут покрыть потребности животных в белке и витаминах. Поэтому в корма животных добавляют кормовые добавки - рыбную, мясокостную муку, соевый шрот.

### Биоудобрение как кормовая добавка

Переработанный на биогазовых установках навоз можно использовать как кормовые добавки, так как он содержит все незаменимые аминокислоты и многие витамины, особенно витамины группы В, и обеззараживается в процессе переработки и дальнейшей подготовки. Общее количество аминокислот в 1 кг сухого вещества переработанного анаэробным способом навоза КРС составляет при мезофильном и термофильном режимах переработки соответственно 210 и 240 г/кг. Следовательно, продукт анаэробной переработки экскрементов сельскохозяйственных животных является важным источником белковых кормов [18].

### Приготовление кормовой добавки

Технология получения кормового концентрата разрабатывалась и рекомендована к применению российским Институтом биохимии им. А.Н. Баха, а также украинским НИИ спиртовой промышленности.

Она заключается в переработке навоза в биогазовой установке, отделении от переработанной массы грубых остатков (соломы и т.п.) и обезвоживании осадка биоудобрений. Полученный осадок высушивается при температуре 60-70°C и измельчается в муку. При хранении в светонепроницаемой упаковке или таре он сохраняет свои качества в течение длительного времени.

В год от 1 КРС по этой технологии можно получать до 0,3 тонны кормового концентрата, содержащего 30 г чистого витамина В-12. Этим количеством концентрата можно обогатить более 1 000 тонн кормов [19].

### Доза кормовой добавки

По рекомендациям УкрНИИсельхоз, средней нормой обогащения кормов является 10-20 мкг витамина В12 на 1 кг сухого вещества корма. В целях обеспечения большей надежности рекомендуется добавлять в корм животных по 2,5 грамма сухого витаминного концентрата на килограмм сухого вещества корма [18].

### Эффект подкормки животных

Исследования по использованию продукта анаэробной переработки навоза в качестве белково-витаминных кормовых добавок исследовались в научных учреждениях Латвии, Армении, на Украине и в зарубежных странах. В исследованиях в совхозе «Огре» (Латвия), в рацион бычков добавляли сухой витаминный концентрат из биоудобрений в качестве добавки (10 граммов на килограмм живого веса). Результатом явилось увеличение прироста массы животных до 20%, на 6-14% сократился общий объем потребления животными сухого корма, улучшилось здоровье животных.

## ХРАНЕНИЕ БИОУДОБРЕНИЙ

Для сохранения удобряющих качеств переработанного сырья, то есть содержания азота, оно может храниться непродолжительное время в закрытой емкости и затем должно быть внесено на поля. Лучше, если после внесения биоудобрений земля будет вспахана или перекопана. Хранение биоудобрений обычно выполняется в одной из следующих форм:

- жидкое хранение;
- высушивание;
- компостирование.

### Жидкое хранение

Выгрузочное отверстие биогазовой системы ведет прямо в емкость для хранения биоудобрения. Потери жидкости за счет испарения или просачивания должны быть предотвращены. Перед внесением удобрения на поля содержимое емкости перемешивают и затем вносят с помощью разбрасывателя или через систему полива. Главное преимущество такого метода — в малых потерях азота. С другой стороны, емкость требует больших капиталовложений.

Также при хранении жидкого удобрения возникает необходимость приобретения транспорта для его доставки на поля. Объем работ также зависит от расстояния, на которое необходимо перевозить удобрение.

### Высушивание

Высушивание биоудобрения возможно в сухую и жаркую погоду. Главным преимуществом высушенного биоудобрения является уменьшение объема и веса удобрения. Высушенное удобрение можно также распределять вручную. Стоимость строительства мелких емкостей для сушки относительно невелика, но удобрение теряет около 90% неорганического азота, это около 50% от общего содержания азота [8].

В промышленных странах переработанное сырье обычно разделяется с помощью сепаратора и фильтров на жидкую и густую части. Жидкая часть затем возвращается обратно в реактор или используется как удобрение, а густая часть высушивается или компостируется.

В качестве простой технологии для разделения жидкой и густой частей биоудобрений может быть рекомендовано использование медленных песочных фильтров. Влажная густая масса может быть распределена в неглубокие ямы или просто разложена на поверхности для сушки. В зависимости от климата иногда нужны большие площади для такого высушивания. Время высушивания и потери питательных веществ можно уменьшить, если смешивать густую массу с сухими веществами. Недостатком всех методов сушки является потеря питательных веществ. Поэтому высушивание рекомендуется в том случае, когда осуществлять перевозку жидких удобрений трудно.

### Компостирование

Потери азота могут быть уменьшены при смешивании переработанного сырья с растительными отходами при компостировании. Биоудобрение содержит азот, фосфор и другие полезные вещества и убыстряет процесс перегнивания в компостах. Более того, высокая температура компостирования убивает патогенную микрофлору, которая выдержала пребывание в реакторе. Готовый компост влажный, мягкий и может быть внесен на поля с помощью простых орудий труда. Его легче доставлять на поля.

Сухой растительный материал складывается слоями и поливается переработанным биошламом. Отношение растительного материала к количеству густого эффлюента зависит от содержания сухих веществ в растительном материале и шламе. Главным преимуществом компостирования является сокращение потерь питательных веществ биоудобрениями по сравнению с высушиванием. Компост, произведенный с помощью добавления биоудобрений, очень эффективен и дает долговременные результаты [8].

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ БИОУДОБРЕНИЙ

Технологии внесения биоудобрений варьируются от ручного внесения до больших систем, использующих компьютеры на борту разбрасывателя удобрений. Выбор технологии зависит от количества эффлюента и площади земли, которая нуждается в удобрении, а также от финансовых возможностей и стоимости труда.

На маленьких фермах развивающихся стран для внесения биоудобрений используются ведра, лейки, контейнеры с ляжками, деревянные закрытые тележки, простые тележки и т.д. Наиболее экономичный способ внесения биоудобрений – использование сети каналов или добавление биоудобрений в систему полива. Оба варианта предполагают наличие уклона от места хранения удобрений в 1% для ирригационной системы или 2% для системы канавок.

Использование удобрений лучшим и наиболее нетрудоемким способом является важным параметром планирования. В районах, где топография позволяет внесение удобрений с помощью гравитации, особое внимание должно уделяться правильному расположению биогазовой установки. В равнинных местностях можно рассмотреть поднятие установки и фермы на уровень выше.



Рис.46. Внесение биоудобрений с помощью РЖТ.

Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»

### Внесение с помощью разбрасывателя жидких удобрений

Емкость разбрасывателя заполняется из хранилища и затем транспортируется на поле для распределения удобрений. Удобрение разбрызгивается через отверстия на отражающую пластину, которая благодаря своей специальной форме расширяет охват брызг. Как вариант отражающая пластина может вращаться.

### Прямое внесение через систему движущихся шлангов

Биоудобрение закачивается в распределительную систему, которая питает несколько шлангов, которые двигаются близко к земле. Удобрение вносится прямо на землю, уменьшая потери питательных веществ. Расстояния между шлангами можно регулировать для разных культур.



Рис.47. Добавление биоудобрений в систему полива.

Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»