

УДК 631.3:620.92  
DOI: 10.36979/1694-500X-2024-24-4-127-132

## НАВОЗ – ОСНОВНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ БИОГАЗА И БИОУДОБРЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ФЕРМЕРСКИХ (КРЕСТЬЯНСКИХ) ХОЗЯЙСТВ

*Ж.Ы. Осмонов*

*Аннотация.* Рассмотрены вопросы, связанные с влажностью навоза как изменчивого показателя по времени, характеризующего качество приготовляемого сырья перед загрузкой в биореактор в виде субстрата. Изучены виды субстрата: смесь разных видов навоза с камышитовыми опилками в определенных соотношениях. Данное соотношение установлено по видам навоза: навоз КРС – 100/5,15; смесь овечьего навоза с куриным пометом ОК – 100/5,15; навоз лошадей – 100/4,65 (где 100 – масса навоза, кг, 5,15; 4,65 – масса камышитовых опилок). Также установлена масса воды для разбавления 100 кг субстрата до 85 % влажности в зависимости от его первоначальной влажности по видам в кг: с навозом КРС – 74,4–74,3; со смесью ОК – 71,7–93,2; с навозом лошадей – 68,1–117,9, где 74,4; 71,7 и 68,1 % – первоначальная масса субстрата; 74,3; 93,2; 117,9 – масса воды для разбавления субстрата.

*Ключевые слова:* навоз; биогаз; влажность навоза; субстрат; камышитовые опилки; влагомер.

---

## КЫК – ФЕРМЕРДИК (ДЫЙКАН) ЧАРБАЛАРЫНЫН ШАРТТАРЫНДА БИОГАЗДЫ ЖАНА БИО ЖЕР СЕМИРТКИЧТИ ИШТЕП ЧЫГУУ УЧУН НЕГИЗГИ ЧИЙКИ ЗАТ

*Ж.Ы. Осмонов*

*Аннотация.* Макалада биореакторго субстрат катары жүктөө алдында даярдалган чийки заттын сапатын мүнөздөгөн өзгөрүлмө убакыт көрсөткүчү катары кыктын нымдуулугуна байланыштуу маселелер каралды. Субстраттын түрлөрү: ар кандай түрдөгү кык менен камыш талкандарынын белгилүү өлчөмдөгү аралашмасы изилденген. Бул катыш кыктын түрлөрү боюнча белгиленген: бодо малдын кыгы – 100/5,15; койдун кыгы менен тооктун кыгы – 100/5,15; жылкынын кыгы – 100/4,65 (мында 100 – кыктын массасы, кг, 5,15; 4,65 – камыш талканынын массасы). 100 кг субстратты 85% нымдуулукка чейин суюлтуу үчүн суунун массасы да анын баштапкы нымдуулугуна жараша түрү боюнча кг менен белгиленген: бодо малдын кыгы менен – 74,4–74,3; койдун кыгы менен тооктун кыгынын аралашмасы менен – 71,7–93,2; жылкынын кыгы менен – 68,1–117,9, мында 74,4; 71,7 жана 68,1% – субстраттын баштапкы массасы; 74,3; 93,2; 117,9 – субстратты суюлтуу үчүн суунун массасы.

*Түйүндүү сөздөр:* кык; биогаз; кыктын нымдуулугу; субстрат; камыш талканы; ным өлчөгүч.

---

## MANURE IS THE MAIN RAW MATERIAL FOR THE PRODUCTION OF BIOGAS AND BIOFERTILIZER IN FARM (PEASANT) CONDITIONS

*Zh. Y. Osmonov*

*Abstract.* The article discusses issues related to the moisture content of manure as a time-varying indicator characterizing the quality of the prepared raw materials before loading into the bioreactor in the form of a substrate. The types of substrate have been studied: a mixture of different types of manure with reed sawdust in certain proportions. This ratio was established by type of manure: KRS-100/5.15 manure; mixture of sheep manure with chicken droppings OK – 100/5.15; horse manure – 100/4.65 (where 100 is the mass of manure, kg, 5.15; 4.65 is the mass of reed sawdust). The mass of water for diluting 100 kg of substrate to 85% humidity has also been established, depending on the initial moisture content of the substrate by type: with cattle manure – 74.4%–74.3(kg); with OK mixture – 71.7%–93.2(kg); with horse manure – 68.1%–117.9(kg), where 74.4; 71.7 and 68.1 % is the initial mass of the substrate; 74.3; 93.2; 117.9(kg) – mass water to dilute the substrate.

*Keywords:* manure; biogas; manure moisture; substrate; reed sawdust; moisture meter.

**Введение.** Сельское хозяйство Кыргызской Республики является основным источником в обеспечении ее продовольственной безопасности, но оно весьма чувствительно к природным условиям. Сельскохозяйственные угодья республики составляют 10,3 млн га, из них 8,9 млн га – естественные пастбища могут дать до 3 млн тонн недорогого пастбищного корма. Научно-обоснованное рациональное использование естественных пастбищ обеспечивает значительную долю кормовой базы животноводства [1].

В условиях, интенсивного роста энергопотребления как населения, так и в технологических процессах, особенно с одновременным ростом требований охраны окружающей среды, привлечение в энергобаланс возобновляемых источников энергии приобретает все большую актуальность. Это в большой степени относится и к животноводству – в виде производимого животными навоза сельскохозяйственных животных – биомассе – как одному из источников возобновляемых энергоресурсов. При переработке навоза с помощью биогазовой технологии можно получить как биогаз, так и биоудобрение, что также будет способствовать улучшению экологии окружающей среды. Одна тонна навоза выделяет 51–73 м<sup>3</sup> биогаза с теплотворной способностью до 25000 кДж/кг [2].

В Кыргызской Республике имеющееся поголовье сельскохозяйственных животных и птицы обеспечивает накопление порядка 5,5 млн тонн навоза в год [3]. При этом стойловом содержании животных накопление навоза может составить около 1/3 этой массы или 1,83 млн тонн. При переработке с помощью биогазовой технологии навоз массой 1,83 млн тонн (51–73 м<sup>3</sup>) выделяет 90,3–133,5 млн м<sup>3</sup> биогаза и из него можно получить 1,8 млн тонн биоудобрения. Также уменьшаются выбросы парниковых газов, поскольку навоз перерабатывается в свежем виде.

Ценность биоудобрения по данным бактериологических исследований такова: в 1 тонне сухого биоудобрения содержится 12,04 кг азота, 14,0 кг фосфора, 27,0 кг калия, отсутствуют яйца гельминтов, а семена сорных растений теряют всхожесть [4].

В условиях малых сельхозформирований содержатся разные виды сельскохозяйственных животных. Следовательно, производимые виды навоза также могут иметь различные показатели по химическому составу, физико-механическим свойствам и по влажности.

Особенно влажность навоза, как изменчивый показатель по времени, оказывает существенное влияние на процесс приготовления сырья для загрузки его в биореактор биогазовой установки в виде субстрата.

**Материалы и методы исследования.** Первоначальная влажность навоза, в зависимости от вида сельскохозяйственных животных, находится в пределах 60–83 % [5]. При загрузке в биореактор приготавливается субстрат из смеси навоза с камышитовой опилкой с влажностью 85 % – в зимнее время и 92 % – в летнее время года.

Методика определения влажности субстрата предусматривает использование двух методов: лабораторного и инструментального (с помощью влагомера в качестве контрольного).

Лабораторный метод определения влажности субстрата осуществляется следующим образом. От каждой выборки отбирают пробы массой 100 г, для того чтобы масса объединенной пробы составляла не менее 0,2 % массы используемой партии субстрата. Из объединенной пробы субстрата отбирают 21 пробы массой по 200 г каждая, 20 из которых подвергают испытанию, а двадцать первая является контрольной. Взвешивание проб субстрата осуществляют на весах с погрешностью 0,05 % от измеряемой массы. Рабочая камера сушильного шкафа FL-02A нагревается до температуры 12 °С. Первое взвешивание проводят через 3 часа сушки, а все остальные – через каждые 30 мин, до тех пор, пока изменение массы испытуемой пробы станет не более, чем на 0,05 % массы предыдущего замера. Установленная при последнем взвешивании масса является сухой массой пробы субстрата для климатических условий, при которых проводилась сушка.

Фактическая влажность субстрата  $V_c$  определяется по формуле:

$$B_c = \frac{m_e - m_c}{m_c} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $m_e$  и  $m_c$  – соответственно влажная и сухая масса пробы, г.

Инструментальный метод определения влажности субстрата осуществляется влагомером с диапазоном измерения 8,5–95 % по влажности и 5–70 °С – по температуре. Точность измерения  $\pm 1,5$  %. Однако инструментальный метод не может быть использован для сухого остатка из-за малого значения влажности последнего (менее 5 %).

Методика определения рационального соотношения  $\left(\frac{H}{K}\right)$  навоза (Н) и камышитовых опилок (К)

в субстрате предусматривает изучение процесса всплытия камышитовых опилок на поверхность определенного объема навозной массы. Для этого в лабораторных условиях проводят модельные опыты: предварительно влажность испытуемых видов навоза доводят до 92 %; затем его разливают в стеклянные емкости вместимостью 1 дм<sup>3</sup> по отдельности; в них вносят камышитовые опилки в следующих соотношениях:

$$\frac{H(z)}{K(z)} = \frac{1000}{10}; \frac{1000}{20}; \frac{1000}{30}; \frac{1000}{40}; \frac{1000}{50}; \frac{1000}{60}; \frac{1000}{70}; \frac{1000}{80}; \frac{1000}{90}; \frac{1000}{100},$$

где  $H(z)$  – масса навоза, г;  $K(z)$  – масса камышитовых опилок, г.

Содержимое в емкостях перемешивают, закрывают и содержат при температуре окружающего воздуха 34–37 °С (температура внутри биореактора); в течение: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 дней и с помощью электронных весов определяют массу всплывших включений (камышитовых опилок) на поверхность навозной массы.

Динамика всплытия камышитовых опилок на поверхность навозной массы в течение 3–15 дней позволяет определить оптимальное соотношение  $\frac{H}{K}$ .

Для испытания были выбраны следующие виды навоза: навоз КРС, смесь овечьего навоза и куриного помета (ОК) и навоз лошадей (Л). На каждый вид навоза использовали по 10 стеклянных емкостей.

Методика расчета массы воды, необходимой для разбавления субстрата до необходимой влажности (85–92 %), при подаче его в биореактор, предусматривает использование следующей расчетной формулы [6]:

$$B = \left(\frac{B_c - B_n}{100 - B_c}\right)(H + K), \quad (2)$$

где  $B$  – масса воды для разбавления субстрата, кг;  $H$  – масса навоза, кг;  $K$  – масса камышитовых опилок, кг;  $B_n$ ,  $B_c$  – соответственно, влажность навоза и субстрата, %.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Средние показатели влажности субстрата с навозом КРС, со смесью овечьего навоза и куриного помета (ОК) и с навозом лошадей (Л), соответственно, составили: 74,4, 71,7 и 68,1 %. Опыты проводили с пробами навоза в свежем виде.

На рисунке 1 показан график изменения усредненных значений влажности исследуемых видов субстратов за 48 часов.

Фактические значения снижения влажности субстратов (с навозом КРС, со смесью ОК и с навозом лошадей Л) за 48 часов соответственно составили: 19,36, 18,6 и 21,9 %, при диапазоне изменения температуры воздуха за 48 часов (с учетом ночного времени) 27–34 °С. Расхождение лабораторного

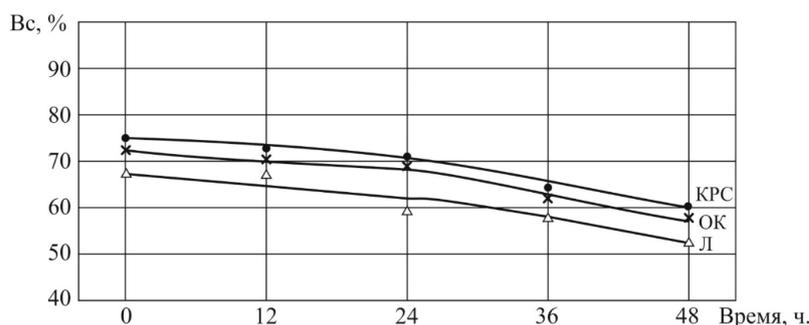


Рисунок 1 – Снижение влажности разных видов субстратов по истечении 48 часов:  
 • – субстрат с навозом КРС; X – субстрат со смесью ОК; Δ – субстрат с навозом лошадей Л

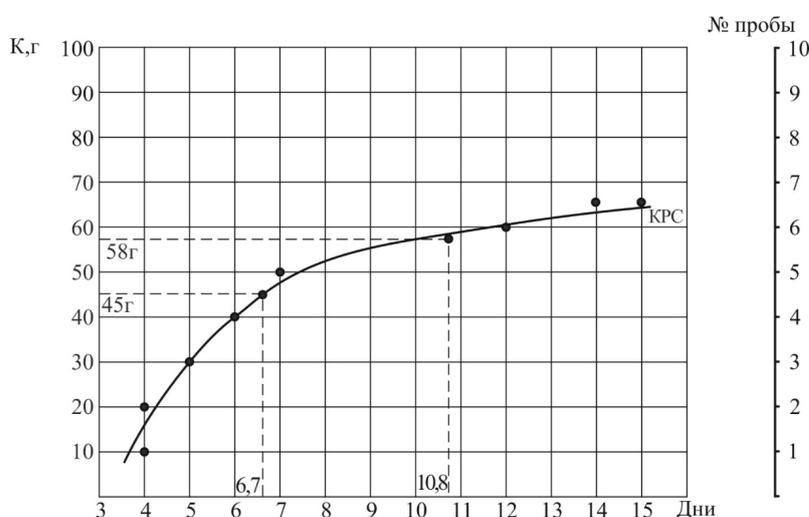


Рисунок 2 – Динамика всплытия камышитовых опилок и других механических примесей на поверхность субстрата (навоз КРС)

и инструментальных методов определения влажности субстрата составило 3 %. Полученные результаты были использованы при расчете массы воды, необходимой для разбавления субстрата до необходимой влажности при загрузке в биореактор.

Динамика всплытия камышитовых опилок на поверхность субстрата (с навозом КРС) (рисунок 2) показывает, что начиная с 4 по 7 дни происходит интенсивное всплытие. Такая интенсивность соответствует соотношению  $\left(\frac{H}{K}\right)$  в пределах  $\left(\frac{1000}{10} \dots \frac{1000}{50}\right)$ . Затем процесс всплытия опилок заметно замедляется и приобретает установившийся характер, соответствующий соотношению:

$\frac{H}{K} \left(\frac{1000}{45} \dots \frac{1000}{58}\right)$ . Если выбрать усредненное соотношение  $\frac{H}{K} = \frac{1000}{51,5}$ , то рациональным составом субстрата с навозом КРС можно считать: 100:5,15, где 100 – масса навоза КРС, кг; 5,15 – масса камышитовых опилок, кг; или можно выделить зону рационального соотношения: 100:4,5–100:5,8, как показано на рисунке 2.

Аналогичные результаты были получены при испытании других видов субстрата (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований по определению рационального соотношения видов навоза с камышитовыми опилками в субстрате

Виды субстрата	Масса навоза, кг	Масса камышитовых опилок, кг	
С навозом КРС	100	5,15	0,65
Со смесью ОК	100	5,15	0,95
С навозом лошадей (Л)	100	4,65	0,95

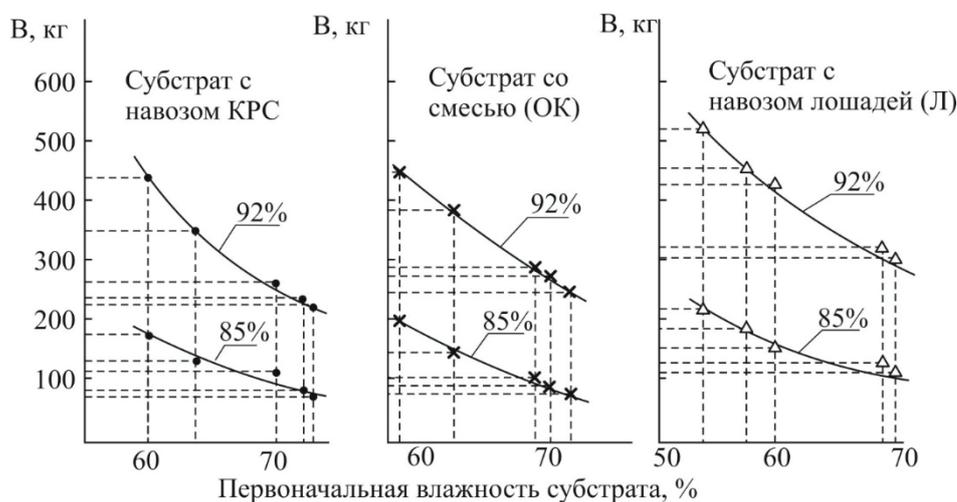


Рисунок 3 – Изменение массы воды (В, кг), добавленной для достижения необходимой влажности (85–92 %) на 100 кг субстрата

Таблица 2 – Масса воды для достижения необходимой влажности на 100 кг субстрата по видам

Необходимая влажность субстрата, %	Первоначальная влажность субстрата, %		
	с навозом КРС (74,4)	со смесью ОК (71,7)	с навозом лошадей Л (68,1)
	Масса воды, кг		
85	74,3	93,2	117,9
92	231,3	266,8	312,6

Было отмечено, что масса воды, добавляемая в субстрат перед загрузкой его в биореактор, зависит от первоначальной влажности субстрата. На рисунке 3 показано изменение массы воды (В, кг), добавляемой для достижения необходимой влажности в 85 и 92 % на 100 кг субстрата в зависимости от первоначальной влажности.

В таблице 2 приводится необходимая масса воды (В, кг) для разбавления 100 г субстрата до 85 и 92 %-ной влажности.

Результаты замеров расхода воды показывают, что в целях экономии теплой воды (температура 35–37 °С), для ее разбавления целесообразно осуществить загрузку приготовленного субстрата в биореактор в свежем виде.

**Выводы.** Средние показатели влажности субстрата с разным видом навоза составили: с навозом КРС – 74,4 %; со смесью О – 71,7 %; с навозом лошадей – 68,1 %. Снижение влажности отмеченных видов субстрата за 48 часов соответственно составило: О – 19,36, 18,6 и 21,9 % при изменении температуры воздуха в диапазоне 27–34 °С.

Рекомендовано рациональное соотношение разного вида навоза и камышитовых опилок (Н/К): для навоза КРС – Н = 100 кг, К = 5,15 кг; для смеси ОК – Н = 100 кг, К = 5,15 кг; для навоза лошадей (Л) – Н = 100 кг, К = 4,65 кг.

Масса воды, добавляемая для достижения необходимой влажности субстрата (85–92 %) перед его загрузкой в биореактор, в значительной степени зависит от его первоначальной влажности. К примеру, чтобы получить субстрат с навозом КРС влажностью 85 %, имеющий первоначальную влажность 74,4 %, добавляется вода массой 74,3 кг на 100 г субстрата. Если первоначальная влажность субстрата составляет 60 %, добавляемая масса воды составляет 175,2 кг, то есть в 2,4 раза больше на ту же массу субстрата.

Поступила: 15.02.24; рецензирована: 01.03.24; принята: 05.03.24.

#### *Литература*

1. *Орозонова А.А.* Перспективы развития сельского хозяйства Кыргызской Республики / А.А. Орозонова, Т.А. Акматалиев, М.У. Сеиткожиева // Экономические отношения. 2019. Т. 9. № 2. С. 833–854.
2. *Матвеев В.А.* Определение теплового баланса биогазовой установки / В.А. Матвеев, А.Б. Токмолдаев // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. 2007. № 6. С. 57–59.
3. *Темирбаева Н.Ы.* Моделирование накопления навоза в коровнике при привязном содержании животных / Н.Ы. Темирбаева, М.С. Нарымбетов // Исследования и результаты. Каз. НАУ. 2013. № 1(057). С. 119–122.
4. *Нестеров Е.Б.* Результаты исследований биоустановки для фермерских хозяйств / Е.Б. Нестеров, В.А. Матвеев, В.И. Барков, А.Б. Токмолдаев // Агроинженерная наука – повышение эффективности АПК: мат. Межд. научно-практ. конф.: в 2 кн. Кн. 1. Алматы, 2003. С. 80–86.
5. *Жусубалиева А.Ж.* Моделирование энергосберегающей технологии обогрева пола телятника / А.Ж. Жусубалиева, Н.Ы. Темирбаева, Б.С. Ордобаев // Вестник КРСУ. 2022. № 8. С. 122–126.
6. *Веденев А.Г.* Биогазовые технологии в Кыргызской Республике: справочное руководство / А.Г. Веденев, Т.А. Веденева. Бишкек: «Евро», ОФ «Флюид», 2006. 90 с. ISBN 9967-23-526-8