

## АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИГЕСТАТА

**Бугаёва М.А., магистрант**

**Научный руководитель Кляусова Ю.В.**

**Белорусский национальный технический университет, Беларусь**

*В данной статье рассматриваются основные способы получения и применения дигестата в сельском хозяйстве. Особое внимание уделяется экологизации системы удобрения.*

*Ключевые слова: дигестат, биоудобрения, компостирование, окружающая среда, азот, органическое вещество.*

В последнее время во всем мире наблюдается рост спроса на растительную продукцию. Она является основным источником питательных веществ для человека и многих животных. Для повышения урожайности сельскохозяйственных культур и восполнения недостатка макроэлементов, в почву ежегодно вносится около 200 млн тонн азота, фосфора и калия в составе минеральных удобрений, что негативно влияет на окружающую среду [1]. В первую очередь повышается кислотность почвы и изменяется видовой состав почвенных организмов, а также происходит загрязнение поверхностных и грунтовых вод.

В тоже время сельскохозяйственное производство имеет проблему с ежегодным скоплением значительных объемов органических отходов, которые могут быть переработаны в ценные удобрения [2].

Экологизация системы удобрения сельскохозяйственных культур является одним из основных способов снижения токсической нагрузки на почву и растения в аграрном секторе. Одним из наиболее эффективных способов переработки органических отходов производства является анаэробное сбраживание в биогазовых установках. В процессе сбраживания происходит разложение органики в бескислородной среде с образованием метана (биогаза) и побочного продукта (дигестата). Биогаз используется для производства энергии, а дигестат – в качестве удобрения.

Дигестат – является отличным органическим удобрением, которое богато макро- и микроэлементами. Физико-химические характеристики дигестата сильно варьируются в зависимости от природы и состава переработанных субстратов, а также от рабочих параметров биогазовых процессов.

Первоначально при переработки дигестат разделяют на твердую и жидкую фазы при помощи шнековых прессов или центрифуг. В последствии твердая фракция может быть непосредственно использована в качестве

биоудобрения в сельском хозяйстве, либо компостируется или высушена для промежуточного хранения и транспортировки.

В процессе компостирования аэробные микроорганизмы разлагают органический материал превращая его в компост – ценное органическое вещество, содержащее гуминовые вещества. Для создания более благоприятных условий аэрации во влажном дигестате необходимо добавление разрыхляющего субстрата (древесная щепа) или использование дождевых червей.

Высушенный дигестат реализуют в неизменном или в гранулированном виде, и используют в питомниках или для специальных систем выращивания, таких как производство грибов.

Для полной обработки жидкой фракции дигестата с целью извлечения питательных веществ могут использоваться мембранные технологии (нанофильтрация и ультрафильтрация с последующим обратным осмосом). Однако эти методы очень затратные.

Другой способ концентрирования дигестата – выпаривание с использованием избыточного тепла от когенерационной биогазовой установки. В данном процессе используются испарители с естественной и принудительной циркуляцией. При этом в теплообменнике масса нагревается выше температуры испарения, а затем удерживается в испарительном сосуде. Далее при помощи вибрационного сита и шнекового пресса удаляется твердая фаза для предотвращения засорения испарителя. На следующем этапе добавляют серную кислоту и углекислый газ и происходит отгонка. Добавление кислоты снижает pH до 4,5 и азот полностью переходит в аммонийную форму. Таким образом, практически весь азот остается в концентрате в процессе выпаривания. После стадии подкисления дигестат концентрируется с помощью трехступенчатой системы испарения под низким давлением [3].

По окончании анаэробного сбраживания дигестат содержит аммонийную форму азота (от 24 до 80% от общего азота) более легкодоступную для растений. Помимо этого, дигестат содержит также азот в органической форме, что выгодно с точки зрения долгосрочного действия удобрения. Доработанный дигестат может уменьшить производство синтетических азотных удобрений без ущерба для окружающей среды.

Также, дигестат содержит стабильные органические углеродные соединения (от 1 до 3%) с высокими гумификационными способностями, которые улучшают плодородие почвы и способствуют связыванию углерода. Доказано, что через 92 дня после внесения обработанного дигестата в почву сохраняется до 86% от общего объема органического углерода [4].

Внесение дигестата на сельскохозяйственные поля увеличивает содержание органического вещества (4% от общего объема удобрения) в

почве. Оно связывает ее частицы, создавая более пористые и стабильные агрегаты, что приводит к улучшению структуры почвы и влагоудерживающей способности. Улучшение структуры почвы способствует жизнедеятельности микроорганизмов и повышает аэрацию, что дополнительно благоприятствует росту и развитию растений. Кроме того, повышение влагоемкости также минимизирует сток воды и эрозию почвы, которые являются общими проблемами при традиционных методах ведения сельского хозяйства с массовым использованием синтетических удобрений. Высококачественное удобрение из дигестата способствует росту и развитию растений и улучшает структуру и плодородие почвы.

### **Литература:**

1. Обзор отрасли минеральных удобрений в 2019-2021 гг. – [https://eec.eaunion.org/upload/iblock/5cf/OBZOR\\_udobreniya\\_2019\\_2021\\_gg..pdf](https://eec.eaunion.org/upload/iblock/5cf/OBZOR_udobreniya_2019_2021_gg..pdf) (Дата обращения 15.01.2026).

2. Сайфугдинова, Р. Д. Исследование влияния раствора дигестата на основе куриного помета с мелассой на рост и развитие семян льна / Р. Д. Сайфугдинова, С. В. Степанова // Химия и инженерная экология – XXV: сб. тр. междунар. науч. конф. (школа молодых ученых), посвящ. науч. сотрудничеству России и дружеств. стран, а также деятельности Акад. Союза «Зеленого» развития Ассоциации техн. ун-тов России и Китая, 25–26 сен. 2025 г., г. Казань / КНИТУ – КАИ [и др.]; редкол.: Ю. А. Тунакова [и др.]. – Казань, 2025 – С. 157–159.

3. Drogg, B. Nutrient recovery by biogas digestate processing / B. Drogg, W. Fuchs, T. Al Seadi [et al.] // IEA Bioenergy. – [https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2015/08/NUTRIENT\\_RECOVERY\\_RZ\\_web2.pdf](https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2015/08/NUTRIENT_RECOVERY_RZ_web2.pdf) (date of access: 17.01.2025).

4. Вклад биогазов в достижение целей в области устойчивого развития // Организация Объединенных Наций. – [https://unece.org/sites/default/files/2025-01/ECE\\_ENERGY\\_GE.8\\_2025\\_4r.pdf](https://unece.org/sites/default/files/2025-01/ECE_ENERGY_GE.8_2025_4r.pdf) (Дата обращения 18.01.2026).