

НАВОЗ И ПОМЕТ: КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ

DOI: 10.31515/1019-8946-2021-09-62-64

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Навоз; помет; переработка; гранулированные органические удобрения; комплексные органоминеральные удобрения; технико-экономические показатели; критерии оценки эффективности.

KEY WORDS

Manure; droppings; processing; granular organic fertilizers; complex organomineral fertilizers; technical and economic indicators; criteria for evaluating efficiency.

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены проблемы обращения с органическими отходами животноводства и птицеводства, ограничивающие факторы лагун и хранилищ, ограничения нормативных документов отрасли. Представлен комплексный критерий оценки технологий утилизации навоза и помета; приведены примеры оценки ряда технологий на основе комплексного критерия. Предложена альтернативная безотходная технология производства из навоза и помета гранулированных органических и органоминеральных удобрений регулируемого качества.

ABSTRACT

The problems of handling organic waste from animal husbandry and poultry farming, limiting factors of lagoons and storage facilities, restrictions of regulatory documents of the industry are considered. A complex criterion for evaluating technologies for the utilization of manure and droppings is proposed; examples of evaluating a number of technologies based on a complex criterion are given. An alternative waste-free technology for the production of granular organic and organomineral fertilizers of regulated quality from manure and droppings is proposed.

Канд. техн. наук

А. Л. Гарзанов,

директор по развитию
ООО «Проектно-строительная
компания «Третья столица»
Development Director of LLC Tretya
Stolitsa Design and Construction
Company

О.А. Дорофеева,

Институт экономики,
управления и права Российского
государственного гуманитарного
университета

Institute of Economics, Management
and Law of the Russian State
University for the Humanities

**Член-корр. РАН, д-р. техн.
наук А. Ю. Брюханов,**

Институт агроинженерных
и экологических проблем
сельскохозяйственного
производства (ИАЭП) — филиал
ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, Санкт-
Петербург, Россия

Institute for engineering
and environmental problems
in agricultural production — branch
of federal state budgetary scientific
institution «Federal Scientific
Agroengineering Center VIM»
(IEEP — BRANCH OF FSAC VIM)

С точки зрения материального баланса основной продукцией животноводства и птицеводства являются навоз и помет, так как на 1 т целевой продукции этих отраслей (мясо, молоко, яйца) производится 3-5 т органических отходов III – IV классов опасности. Совокупный объем таких отходов в России превышает сегодня 300 млн т в год [1].

В отличие от стран ЕС, где перерабатывается не менее 70 % навоза

и помета, отечественные птицеводы и животноводы утилизируют не более 30 % этих отходов. Большая часть навоза и помета без обеззараживания, с нарушениями санитарных норм просто выбрасывается на почву. При многомесячном выдерживании навоза и помета в лагунах и хранилищах страдают все компоненты окружающей среды, увеличивается заболеваемость населения и резко снижается качество жизни [2].

Усложняет положение тот факт, что в отличие от мировой практики, отечественные производители пошли по пути создания мегаферм с крупным поголовьем животных и птицы. В результате применения традиционных технологий утилизации, рекомендуемых РД АПК [РД АПК 1.10.15.02-17 «Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета»] и ИТС НДТ 41,42-2017, применявшихся в рамках иной стратегии развития АПК, в регионах интенсивного животноводства и птицеводства возник дефицит сельхозугодий для безопасного (не более 2 у.г. или 170 кг N на га) внесения навоза и помета.

Мегафермы производят огромные объемы навоза и помета, что в отсутствие ясных критериев применения рекомендуемых технологий порождает мегапроблемы в области экономики и экологии. Поэтому по официальным данным только под навозом гибнет более 2 млн га сельхозугодий,

что равноценно потере до 8 млн т/год зерна (более 100 млрд рублей в стоимостном эквиваленте).

Уменьшение толщины гумусового слоя на 1 см приводит к падению урожайности зерновых на 1 ц [3]. На наш взгляд, данная проблема обусловлена отсутствием закона о защите почв и неоднозначно трактуемого юридического статуса навоза и помета. С точки зрения ФККО РФ навоз и помет являются отходами III-IV класса опасности, по ГОСТ Р 53765-2009 — сырьем для производства органических удобрений, а по ГОСТ 33830-2016 и ГОСТ Р 53042-2008 — готовыми органическими удобрениями.

Такое состояние дел, вероятно, вызвано отсутствием экономических и экологических требований к утилизации органических отходов в Программе развития АПК, что привело к утрате принципа цикличности [4, 5], обеспечивающего воспроизводство плодородия почв (рис. 1):



ЖИВОТНЫЕ → ПРОДУКТЫ+ОТХОДЫ (НАВОЗ/ПОМЕТ) → УДОБРЕНИЯ → ПОЧВА → РАСТЕНИЯ → КОРМ

Рис. 1. Классический цикл воспроизводства плодородия почв

До недавнего времени в целях защиты плодородия почв и обеспечения прав граждан на благоприятную окружающую среду, навоз и помет имели статус агрохимикатов. Федеральный закон (ФЗ) от 28.06.2021 года № 221-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» внес изменения в ФЗ от 19.07.1997 № 109-ФЗ,

и теперь «...отходы животноводства...используемые для производства органических и органоминеральных удобрений...» не являются агрохимикатами.

Этот закон облегчит жизнь животноводам и птицеводам, но вряд ли скоро изменит парадигму традиционного отношения к ним: уже есть прецеденты, когда сверхнормативное размещение навоза на собственных полях признано технологией обезвреживания и утилизации. Ущерб окружающей среде, падение плодородия почв и ущемление прав населения на благоприятную среду обитания просто проигнорированы.

Но без органических удобрений АПК России не имеет шансов на эффективное развитие.

По данным ФАО ООН, минеральные удобрения компенсируют вынос из почвы питательных веществ не более чем на 30 % по той причине, что макроэлементы (N, P, K) в них содержатся в форме, которая слабо усваивается растениями [6]. Не помогает и внесение в 1,5-2,0 раза больше их необходимого количества (по действующему веществу).

В отличие от минеральных удобрений, навоз и помет являются незаменимым возобновляемым сырьем для производства органических и органоминеральных удобрений, без которых невозможно сохранение и восстановление плодородия почв.

Положения РД АПК 1.10.15.02-17 Минсельхоза РФ требуют, чтобы переработка помета и навоза осуществлялась на основе прогрессивных технологий, обеспечивающих:

- экономичность строительства и эксплуатации;
- безотходную переработку в экологически безопасные органические удобрения;
- гарантированную защиту окружающей среды;
- высокий уровень механизации и автоматизации.

Но их реализация невозможна без ясных критериев оценки всех рекомендуемых технологий, без альтернативной технологии, исключаяющей негативное воздействие на окружающую среду. На наш взгляд, это ограничивает эффективное развитие

животноводства и птицеводства. Мы считаем, что оценить эффективность технологий переработки отходов животноводства и птицеводства можно на базе комплекса экономических и экологических критериев:

- $k_{уд}$, удельные капитальные затраты, руб./т сырья, перерабатываемого в сутки;
- C , себестоимость готовой продукции, руб./т;
- ΔC , добавленная стоимость готового продукта, руб./т;
- $T_{ок}$, срок возврата инвестиций, годы;
- $k_{отх}$, степень безотходности, тонн вторичных отходов на тонну исходного сырья, %;
- v , скорость процесса переработки, сутки/часы.

Комплексный критерий позволит более обоснованно подходить к выбору наилучшей для конкретных условий технологии. Для примера с помощью комплекса критериев оценим несколько технологий, рекомендуемых РД АПК 1.10.15.02-17 и ИТС НДТ 41,42-2017.

Компостирование — длительный (6-12 месяцев) природный процесс биodeградации органических веществ, при котором разлагается до 60 % органического вещества, конечным продуктом которого является компост. При компостировании сырье разогревается до 60-70°C, что обеспечивает гибель патогенной микрофлоры. Компост — сыпучий материал влажностью 40-60 %, биологические показатели которого стабилизированы, но содержание легкодоступных питательных веществ снижено в результате окисления и минерализации.

Пассивное компостирование производится в буртах на открытых площадках в течение 2-3 месяцев с периодическим ворошением специальными машинами. В процессе компостирования теряется до 50 % азота. Типичный состав готового компоста (% по с.в.): органическая масса — 25-80; углерод — 8-50; $NPK = (0,4-1,0)/(0,1-0,6) / (0,2-0,4)$; $pH = 6,5-7,5$; нормы внесения — 5-10 т/га (по с.в.).

Достоинства этой технологии — ее относительная простота и дешевизна. Стоимость готового компо-

ста — 500-600 руб./т. Продажная цена компоста на внутреннем рынке равна или меньше его себестоимости.

Ее недостатки — длительность процесса, экономическая неэффективность, потребность в земле с/х назначения под компостные площадки и лагуны, негативно воздействующие на окружающую среду, снижающие качество жизни и порождающие протестные настроения граждан.

Ускоренное (активное) компостирование производят в закрытых камерах, тоннелях, различных видах биореакторов. Для ускорения процессов обеззараживания сырье механически перемешивается, в него принудительно подаются воздух и/или ферменты. Эти приемы сокращают период компостирования до 7-10 суток, но увеличивают капитальные и эксплуатационные затраты. В процессе обработки сырье теряет до 50% азота.

Недостатками промышленных механизированных технологий ускоренного компостирования являются длительность обработки одной порции отходов, малая единичная производительность, высокая стоимость оборудования, значительный расход энергоресурсов (от 20 до 200 кВт*час на 1 т продукта). Себестоимость качественного компоста — 800-900 руб/т, продажная цена на внутреннем рынке — от 1000 до 1200 руб/т. Срок окупаемости инвестиций составляет от 4-х до 6-ти лет.

Биогазовые технологии основаны на процессах анаэробного сбраживания в метантенках жидких биоотходов (с влажностью 90-95 %) в течение 20-30 суток при мезофильном (33-38 °С), и 10-15 суток при термофильном (53-56 °С) режимах. При этом вырабатывается биогаз с содержанием метана не более 70 %, который используется для производства электроэнергии и/или тепла.

В условиях отрицательной изотермы января в России до 80 % получаемого при этом биогаза затрачивается на обогрев метантенков. Технология имеет и ряд других существенных недостатков:

- выработка биогаза происходит при влажности сырьевой смеси 90-95 %, что требует ее дополнитель-

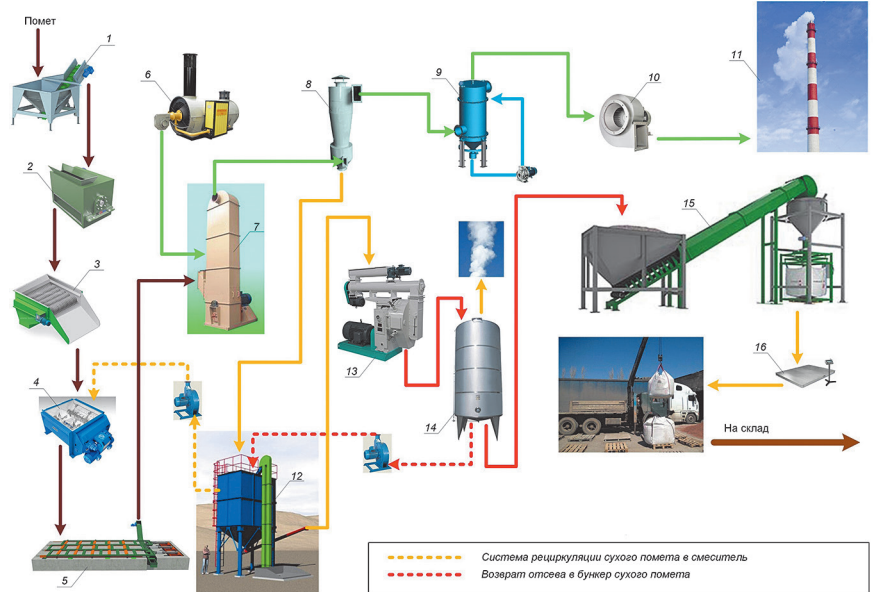


Рис. 2. Принципиальная технологическая схема линии сушки и гранулирования помета:

- 1 — приемный бункер; 2 — магнитный сепаратор; 3 — дисковый сепаратор; 4 — смеситель; 5 — склад сырья; 6 — теплогенератор; 7 — агрегат сушки-дробления сырья; 8 — циклон; 9 — скруббер; 10 — дымосос; 11 — дымовая труба; 12 — бункер сухого помета; 13 — гранулятор; 14 — охладитель; 15 — бункер сухого продукта с затаривателем; 16 — весы

ного обводнения, увеличивая первичный объем в 3-5 раз;

- необходимо вносить растительные добавки (кукурузный силос, меласса и пр.) — в соотношении 1:1, чтократно увеличивает объем сырья и вторичных отходов;

- требует высоких капитальных затрат — 15-20 тыс. евро/т сырья в сутки;

- себестоимость вырабатываемой электроэнергии превышает ее стоимость во внешних сетях в 1,5-2,0 раза;

- длительность переработки 1 порции сырья составляет 20-30 суток;

- количество вторичных жидких отходов, требующих сепарации, лагун и хранилищ, больше, чем первичный объем органических отходов;

- низкая питательная ценность твердой фракции (*NPK* не более 0,4:0,2:0,5) увеличивает расходы на ее внесение.

В нашей стране такая технология убыточна и в прямом смысле не является утилизацией.

Авторы разработали ускоренную безотходную технологию утилизации помета и навоза, лишенная экономи-

ческих и экологических ограничений рассмотренных методов. Ее конечным продуктом являются безопасные гранулированные органические и органоминеральные удобрения регулируемого качества. При этом длительность переработки 1 порции органических отходов не превышает одного часа.

Благодаря скорости переработки, потери азота не превышают 5 %. Технологические параметры сушки и гранулирования гарантируют стерильность готового продукта и его полную безопасность.

Технология утилизации помета с получением гранулированных органических удобрений

Свежий помет сушится до влажности ~15%. Высушенное сырье дробится и гранулируется. Горячие гранулы охлаждаются и фасуются. Отработавшие сушильные газы последовательно очищаются в батарейных циклонах, центробежных скрубберах и насадочных абсорберах, что гарантирует соблюдение ПДК по основным загрязняющим веществам.

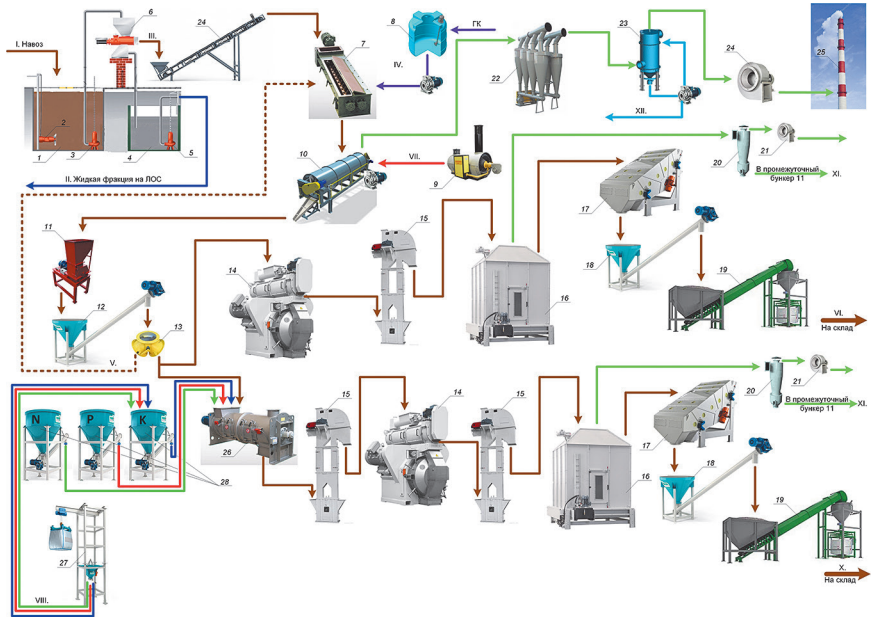
Принципиальная технологическая

схема процесса переработки помета в гранулированные органические удобрения представлена на рис. 2 [7].

Гибкая технология в зависимости от маркетинговых задач позволяет производить широкий спектр гранулированных удобрений — простых органических и/или комплексных органоминеральных — заданного качества (рН, размер гранул, содержание и соотношение питательных макроэлементов, состав и содержание микроэлементов, гуматов) под конкретные виды сельскохозяйственных культур и тип почв. При этом оптимизируются затраты на доставку и внесение за счет большей насыпной плотности и меньших дозировок внесения. Технология реализуется на оборудовании российского производства в рамках программы импортозамещения.

Технология утилизации навоза с получением комплексных гранулированных органоминеральных удобрений

Свежий навоз сепарируется на твердую и жидкую фракции. Твердая фракция перерабатывается в гранулированные удобрения, а жидкая — направляется на очистку в локальные очистные сооружения. Отходы очистки (избыточный активный ил, осадок) обезвоживаются в шнековых дегидрататорах и утилизируются в составе твердой фракции. Реализация данной технологии не требует много-



месячного карантинирования помета и навоза в лагунах. Она не имеет вторичных отходов, не отравляет окружающую среду и не провоцирует социальные конфликты. Принципиальная схема приведена на рис.3 [8].

Такая технология быстро и безотходно перерабатывает единичную порцию навоза и помета в безопасные комплексные удобрения регулируемого качества, локально восстанавливая плодородие почв, внося точно рассчитанные количества легко усваиваемых питательных веществ под конкретную культуру. Этот технологический процесс позволяет утилизировать ранее накопленный в лагунах и хранилищах навоз и помет, рекультивировать и вернуть в сельскохозяйственный оборот занятые под них земли [8-10].

В таблице приведена суммарная оценка $\Sigma(-n; +m)$, где $-n$ — число «минусов», $+m$ — число «плюсов» технологии на базе предложенных нами критериев эффективности технологий утилизации.

Метод комплексной оценки эффективности технологий позволяет оце-

нить границы применимости каждого конкретного метода с учетом всех факторов. Предложенная технология способна дополнить справочники НДТ и методические рекомендации альтернативными способами утилизации навоза и помета с выработкой эффективного и безопасного продукта, в максимальной степени соответствующего рекомендациям РД АПК, требованиям к НДТ и целям развития АПК РФ.

Такая технология защищена положениями Бернской конвенции. Отсутствие у навоза и помета статуса агрохимикатов ускорит ее реализацию. Гранулированные органические и органоминеральные удобрения регулируемого качества имеют большой экспортный потенциал и являются продукцией АПК с высокой добавленной стоимостью. Мировое потребление таких удобрений растет на 10-15 % в год.

Контакты:

Ольга Дорофеева
Тел. +7(929) 580-77-25
E-mail: dorofeeva.oa@rggu.ru

ЛИТЕРАТУРА

1. Дашковский И. Дырявая экология. Сельское хозяйство производит 250 млн т отходов в год. — «Агроинвестор», 2018, №3.
2. Утонет ли Россия в навозе? Десять замечаний к вопросу о реализации национального проекта «Развитие АПК» / Бельшевы А.С. http://xn-jtba8aeH4czbu.xn--p1ai/utonet_li_russia_in_navoz.html.
3. Д.М. Хомяков. Правовые основы рационального использования и охраны почв: современная ситуация и предлагаемые меры регулирования / Д.М. Хомяков, В.М. Тарбаева ФГБУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Межрегиональная общественная организация «Природоохранный союз», Санкт-Петербург.
4. Назаренко О.Г. Плодородие как цель и средство // Актуальные агросистемы. — 2015. — №9 — С.26-28.
5. Деградация на миллиарды: в России истощены свыше 60% сельхозугодий. — «Агроинвестор», 2015, № 11.
6. ФАО ООН. Состояние мирового сельскохозяйственного производства. Доклад, 2009 г.
7. Органические удобрения из помета — возможности и перспективы. / Гарзанов А.Л., Андрианов В.Б. //Птицеводство. — 2018. — №2. — С. 80-82.
8. Производство гранулированных и органоминеральных удобрений из помета и навоза — наилучшие доступные технологии их утилизации. / Гарзанов А.Л., Дорофеева О.А. Тр. ИАЭП, 2018, вып.95, с. 224-231.
9. Гранулированные органоминеральные удобрения из отходов животноводства: возможности и перспективы. / Гарзанов А.Л., Дорофеева О.А. Брюханов А.Ю., Павлов М.Б., Филонидов А.В. — FARMNews, 2018, № 4, с. 79-80.