УДК 631.95

А.Ю. БРЮХАНОВ, канд. техн. наук; И.А. СУББОТИН

ВЫБОР НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ НАВОЗА КРС

В статье рассмотрены принципы и алгоритм выбора наилучшей доступной технологии (НДТ) на примере технологии переработки навоза на животноводческой ферме КРС на 1000 голов.

Ключевые слова: животноводство, экологическая оценка, навоз, помёт, переработка навоза, наилучшие доступные технологии

A.Yu. BRIUKHANOV, Cand Sc (Eng); I.A. SUBBOTIN

GREENING THE AGRICULTURE BY CHOOSING TECHNOLOGICAL SOLUTIONS BASED ON CRITERIA OF BEST AVAILABLE TECHNIQUES

Nowadays the agriculture is a significant source of potential negative impact on the environment. This impact can be manifested in the soil exhaustion, water and atmosphere pollution, loss of biodiversity, climate change and others.

One way out of this situation may be to improve the system of state regulation in the sphere of environment protection with the aim to encourage the implementation of best available techniques.

Key words: animal husbandry, ecological assessment, manure, manure processing, BAT

Современное сельское хозяйство является существенным источником отрицательного воздействия на окружающую среду. Его негативное влияние проявляется в истощении почвы, загрязнении водных объектов и атмосферы, сокращении биоразнообразия, изменении климата и других эффектах.

Результаты исследований свидетельствуют, что наибольшим потенциалом негативного воздействия при сельскохозяйственном производстве являются навоз и помёт [1]. По этой причине выбор технологических решений их утилизации является ключевым фактором обеспечения экологической безопасности сельскохозяйственного производства.

Анализ существующих и перспективных технологий обращения с навозом и помётом показал что, что они включают себя пять основных процессов (стадии):

- транспортировка навоза / помёта / органического удобрения;
- переработка (биоконверсия) навоза / помёта;
- хранение навоза / помёта / органического удобрения;
- внесение органического удобрения в почву;
- вспомогательные операции.

Исследования показали, что наибольшее негативное влияние на окружающую среду происходит на стадиях переработки (биоконверсии) навоза и помёта и их внесения в качестве органических удобрений [2]. Негативное воздействие происходит в результате потерь питательных (биогенных) элементов навоза, помета, прежде всего, таких как азот и фосфор.

На рис. 1 представлено соотношение возможных потерь общего азота при утилизации подстилочного навоза КРС при среднем времени хранения 7 месяцев и расстоянии транспортировки 10 км, данные взяты из литературных источников [2, 3, 4].

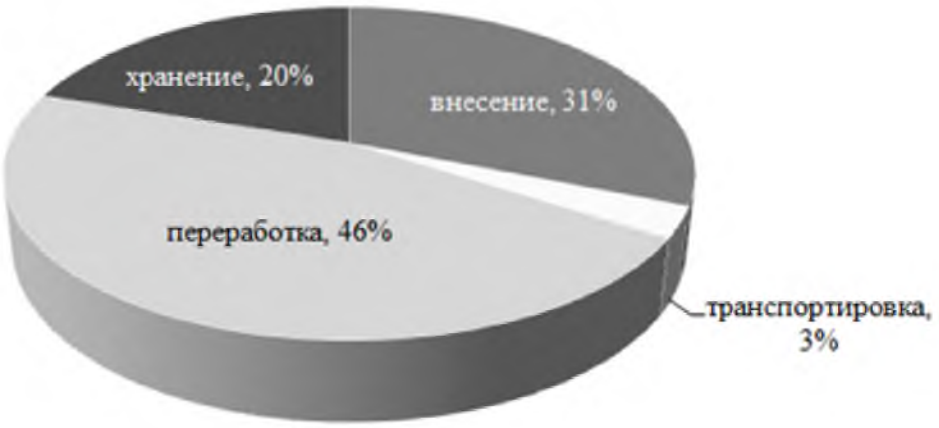

Рис. 1. Соотношение потенциальных потерь общего азота Nобщ на различных производственных этапах

Таким образом, минимизация потери питательных веществ на этапе переработки (биоконверсии) и внесения органических удобрений является одной из важнейших научных задач.

С экологической точки зрения для переработки сельскохозяйственных отходов наиболее приемлемо использование технологий биоконверсии, т.е. переработки с помощью живых организмов (микроорганизмов, дождевых червей, личинок насекомых и др.) в органическое удобрение, обладающее высоким содержанием питательных элементов для повышения плодородия почвы. Это наиболее естественные способы переработки, при которых потери питательных веществ минимальны.

Однако, данные технологии при традиционной стоимостной оценке нерентабельны, что затрудняет подготовку обоснований для их внедрения. Данное противоречие можно разрешить при расширенной оценке технологий, при которой рассматриваются не только капитальные и эксплуатационные затраты и прибыль от продажи органических удобрений или увеличения урожая, но и учитывается эффект от предотвращения загрязнения окружающей среды и связанных с этим ущербов. Объективно общество заинтересовано в применении наиболее экологически безопасных технологий, однако существующая в настоящий момент в России система нормирования обеспечения экологической безопасности не даёт объективного представления о степени негативного воздействия. В результате сложилась ситуация, при которой значительная часть ущерба от негативного воздействия при использовании экологически небезопасных технологий и его компенсация отчуждены от предприятия. В таких условиях предприятия заинтересованы не в переходе на более безопасные технологии, а в использовании наиболее «дешёвых» технологий, формально соответствующим несовершенным нормативным требованиям.

Выходом из сложившейся ситуации может быть совершенствование системы государственного регулирования в области охраны окружающей среды с целью стимулирования внедрения наилучших доступных технологий (НДТ). Под «наилучшими доступными технологиями» понимаются экономически доступные технологии с наименьшим негативным воздействием на окружающую среду. Проект федерального закона № 584587-5 «*О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования нормирования в области охраны окружающей среды и введения мер экономического стимулирования хозяйствующих субъектов для внедрения наилучших доступных технологий*» был принят в 2011 в первом чтении, и в мае

текущего года должен быть рассмотрен во втором чтении. Данный законопроект предусматривает методы экономического стимулирования хозяйствующих субъектов, применяющих наилучшие существующие технологии. В настоящее время действует ГОСТ Р 54097-2010 «*Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Методология идентификации*», согласно которому определение НДТ производится на основании следующих критериев [5]:

- уровень комплексного воздействия технологии на окружающую среду;

- экономическая целесообразность внедрения технологии с учетом;

капитальных и эксплуатационных затрат;

- проверенность технологии (технология должна быть апробирована на промышленном уровне).

Подход к обеспечению экологической безопасности путём нормирования не объёмов образования отходов, выбросов и сбросов, а самих технологических процессов требует большой подготовительной работы. Подразумевается создание отраслевых справочников технологий, в которых будут перечислены значения основных показателей технологий, необходимые для сравнения и выбора технологии для конкретной ситуации согласно критериям НДТ. Стоит отметить также, что методология определения НДТ строго не регламентирована и подразумевает предоставление возможности эксперту в каждой конкретной ситуации в зависимости от особенностей предприятия конкретизировать перечень технологий и определять НДТ, соответствующую конкретной ситуации.

Рассмотрим процесс выбора НДТ переработки навоза влажностью 92% для животноводческой фермы КРС на 1000 голов.

На первом этапе отберём существующие технологии, апробированные на промышленном уровне, применимые для переработки навоза влажностью 92 % и обеспечивающие надёжное обеззараживание. В список возможных технологий вошли следующие шесть технологий:

1. Биологическое обеззараживание навоза путем длительного хранения;

2. Смешивание навоза с влагопоглощающими материалами (торф, опилки, солома и др.), ферментация смеси путем двукратного перемешивания в летний период на полевых площадках;
3. Смешивание навоза с наполнителем (торф), ферментация смеси в биореакторе камерного типа;
4. Разделение навоза на фракции, ферментация твердой фракции в биореакторе барабанного типа, длительное выдерживание жидкой фракции;
5. Разделение навоза на твердую и жидкую фракции техническими средствами, длительное хранение;
6. Анаэробная обработка в метантенках с получением биогаза и использованием его для получения тепловой и электроэнергии;

На втором этапе производится определение основных технико-экономических показателей технологий, а так же критерия комплексного воздействия на окружающую среду. На современном этапе в качестве критерия комплексного воздействия рассматриваемых технологий, предлагается использовать отношение объема азота, доведенного до растения, к объему азота в навозе, выходящем с фермы.

$$\text{Кэкб} = \frac{Q_N^1}{Q_N} \quad (1)$$

где Кэкб – коэффициент экологической безопасности;
Q^1_N – количество азота доведенного до растения, %;
Q_N – количество азота в свежем навозе, %.

Результаты расчета для шести выбранных технологий представленные в табл. 1 [6].

Таблица 1

Показатели наиболее распространённых технологий переработки бесподстилочного навоза КРС

Показатели	Технологии					
	1	2	3	4	5	6
Объем обработки, т/сут	60	100	20	10	60	60
Капитальные затраты, тыс. руб.	36250	10655	13470	10700	25350	65500
Амортизационные отчисления, тыс. руб.	2100	680	673,0	774,0	2074	5615
Затраты электрической энергии, тыс.руб.				560,0	225,0	
Затраты топлива/тепло, т	40	105	210	180	40	1684
Затраты труда, чел-ч	8000	9000	6000	4000	7200	6800
Потери $N_{общ}$, %	30	17,5	19	18	22	16
Площадь под внесение удобрений, га	593	438	545	365	438	534
Себестоимость, удобрения руб/т	294,0	656,0	563,0	633,0	178,2	488,1*
Коэффициент экологической безопасности, $К_{эк.б}$	0,5	0,8	0,9	0,9	0,5	0,8
Себестоимость с учетом $К_{эк.б}$, руб/т	588,0	820,0	625,0	703,0	356,4	610,0*
Повышение плодородия почвы, тыс. руб	8470	14454	20230	13510	6712	20932
*- стоимость с учётом продажи полученного биогаза						

Для технологии 6 «*Анаэробная обработка в метантенках с получением биогаза и использованием его для получения тепловой и электроэнергии*» необходимо отметить крайне высокую себестоимость получаемой электроэнергии. При средней стоимости для сельхозпроизводителей в 3,5 рубля за кВт·час, себестоимость электроэнергии получаемой из биогаза на когенерационной установке составляет ~ 11,2 рубля за кВт·час.

С точки зрения авторов, как экспертов, принимающих решение о выборе технологии, полученные данные однозначно свидетельствуют о необходимости выбирать между технологиями переработки в биореакторах камерного и барабанного типов (технологии 3 и 4). Окончательный выбор в пользу одной из технологий как НДТ можно сделать только зная конкретные особенности и возможности предприятия (наличие электрических мощностей, приоритетность капитальных или операционных затрат, доступность торфа и иных наполнителей и т.д.). Также стоит отметить технологию 6 «*Анаэробная обработка в метантенках с получением биогаза и использованием его для получения*

тепловой и электроэнергии». Данная технология имеет наименьшее негативное воздействие на окружающую среду, однако она не является экономически доступной и поэтому не может считаться НДТ. Однако, в будущем, при снижении стоимости оборудования и/или повышении стоимости электроэнергии данная технология может рассматриваться как потенциальная НДТ.

ВЫВОДЫ

1. Повышение экологической безопасности сельхозпредприятий может быть достигнуто путём совершенствования системы государственного регулирования в области охраны окружающей среды, подразумевающего переход от нормирования объёмов выбросов, сбросов и отходов к нормированию производственных технологических процессов, а также стимулирование внедрения наилучших доступных технологий,
2. Технологические процессы с наименьшим негативным воздействием на окружающую среду не всегда экономически доступны, поэтому выбор НДТ зависит от условий хозяйств и текущих экономических условий (стоимости электроэнергии, ГСМ, удобрений и т.п.).
3. Для определения наилучших доступных технологий переработки навоза предлагается использовать критерий оценки комплексного воздействия на окружающую среду, который зависит от потерь общего азота при переработке навоза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев В.Н., Субботин И.А., Афанасьев А.В. Обоснование метода утилизации сельскохозяйственных отходов на основе требований инженерной экологии // Сельское, лесное и водное хозяйство. Ноябрь 2013. № 11 [Электронный ресурс]. URL: http://agro.snauka.ru/2013/11/1242 (дата обращения: 19.02.2014).

2. Брюханов А.Ю., Субботин И.А. Выбор технологии и технических средств для переработки навоза и помёта на основе критериев наилучших доступных технологий // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. Санкт-Петербург, 2013

3. Жежель Н.Г. Агрохимия / Н.Г. Жежель, Е.И. Пантелеева. М: Колос, 1972. 288 с.

4. Авдонин Н.С. Агрохимия: Учеб пособие. М., 1982. 344 с.
5. ГОСТ Р 54097-2010 «Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Методология идентификации». М., Стандартинформ, 2010.
6. Брюханов А.Ю., Волков А.Н. Эколого-экономическая оценка технологий приготовления органических удобрений из навоза и помета // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства: сб. науч. тр. СПб: ГНУ СЗНИИМЭСХ , 2009. С. 166-170.

УДК631. 22.018

В.И. СОЛОДУН, канд. техн. наук

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ УБОРКИ НАВОЗА И МИКРОКЛИМАТА В КОРОВНИКЕ ПРИ БЕСПРИВЯЗНОМ СОДЕРЖАНИИ ЖИВОТНЫХ

Проведены исследования и определены технологические и экологические показатели процессов уборки навоза и микроклимата в коровнике с боксовым и комбибоксовым способах содержания животных.

Ключевые слова: коровник, бокс, комбибокс, навоз, загрязненность, вредные газы, показатели.

V.I. SOLODUN, Cand Sc (Eng)

MONITORING RESULTS OF TEHNOLOGICAL PROCESSES OF MANURE REMOVAL AND MICROCLIMATE IN A BARN WITH LOOSE COW HOUSING

Investigations were performed and technological and ecological indices were determined for the processes of manure removal and indoor climate in a cow barn with the housing of animals in simple and combined boxes.

Key words: cow barn, box, combined box, manure, pollution, noxious gases, performance