

УДК 631.862

## АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АНАЭРОБНО СБРОЖЕННОГО НАВОЗА

С.И. Тарасов, к.б.н., ВНИИОУ, Г.Е. Мерзлая, д.с.-х.н., ВНИИ

*Изучено влияние различных режимов метангенерации на изменение физико-механических, агрохимических, токсикологических, биохимических, микробиологических, ветеринарно-санитарных, гигиенических свойств бесподстилочного навоза, помета. В различных почвенно-климатических регионах установлена сравнительная эффективность применения сброженного и нативного навоза (помета).*

**Ключевые слова:** нативный бесподстилочный навоз, эффлюент, сельскохозяйственные культуры, урожайность, качество, сравнительная эффективность.

В соответствии с результатами мониторинговых исследований, использование биоэнергетических установок по анаэробной переработке сельскохозяйственных отходов только для получения биогаза экономически нецелесообразно. Как свидетельствует мировой опыт, эффективность эксплуатации таких установок обусловлена в первую очередь наличием экологической и агрономической составляющих переработки навоза, помета в эффлюент – высококачественное, более безопасное для окружающей среды органическое удобрение. Преимущества метангенерации в экологическом отношении обусловлены эффективной санацией, детоксикацией сбраживаемого навоза (помета). Сведения об эффективности использования сброженного навоза и помета в растениеводстве немногочисленны и противоречивы. Согласно сообщениям [1,5,8,9], эффлюент является более ценным органическим удобрением в сравнении с нативным подстилочным и бесподстилочным навозом, пометом. Высокую эффективность применения сброженных удобрений исследователи объясняют большей доступностью для растений элементов питания в эффлюенте, улучшенными его реологическими свойствами. В работах ряда авторов [2,3,6,12] отмечалась равноценность удобрительного потенциала нативного и сброженного навоза, помета. Однако имеются данные и о негативном воздействии эффлюента на свойства почвы, урожайность и качество сельскохозяйственных культур [4]. Такие свойства эффлюента, как узкое соотношение углерода к азоту, преобладание в нем анаэробных микроорганизмов послужили поводом для введения Международной федерацией органического земледелия (IFOAM), Объединением экологического земледелия (ACOL) ограничений на его использование при производстве экологически безопасной продукции растениеводства.

Цель нашей работы – обобщить результаты исследований в различных почвенно-климатических условиях по эффективности эффлюента, получаемого при метановом брожении, при использовании в качестве органического удобрения.

**Методика.** Для обобщения использованы материалы комплексных исследований по изучению влияния

метангенерации на свойства навоза, помета, определению эффективности применения эффлюента как органического удобрения при возделывании сельскохозяйственных культур в различных регионах России, Украины, Эстонии, Латвии. Условия анаэробной переработки навоза, помета, выполнения полевых исследований приведены в таблице 1. Агрохимические, физические, токсикологические, биохимические, микробиологические, ветеринарно-санитарные, гигиенические характеристики навоза и помета изучали общепринятыми методами [7]. Динамику изменения содержания аминокислот в навозе, помете при различных режимах сбраживания определяли на анализаторе «Рэнк Хилгер». Подготовка образцов навоза, помета к анализу включала: выпаривание в ротормном испарителе PVO-64, гидролиз сухого остатка раствором HCl при температуре 100° С в течение 24 ч в анаэробных условиях, очистку гидролизата центрифугированием при 10000 об/мин (10 мин). Способ внесения нативного и сброженного навоза, помета в хозяйствах и на опытных полях – поверхностный с последующей заделкой удобрений в почву на глубину 16-18 см. Удобрительный полив многолетних трав проводили перед их отрастанием. Агротехника культур общепринятая для регионов расположения биогазовых установок. Агрохимические, токсикологические, микробиологические характеристики почвы определяли по [10]. Качество урожая оценивали согласно требованиям соответствующих стандартов [11].

**Результаты и их обсуждение.** В соответствии с результатами аналитических исследований в процессе метанового брожения, независимо от его температурного режима, общее содержание основных элементов питания (NPK), гумусообразующих веществ заметно не изменялось. Вместе с тем, в результате метангенерации в сбраживаемой биомассе значительно повышалась концентрация аммонийного азота (на 20-40%), уменьшалось содержание общего углерода (на 15-30%), сухого, органического вещества, сужались соотношения C : N<sub>общ</sub>; C : N – NH<sub>4</sub>. С увеличением содержания аммонийного азота снижалась кислотность эффлюента. Метангенерация обусловила гидролиз белков и заметное повышение в сбраживаемом навозе, помете аминокислот (на 12-35%). Отмечалось увеличение содержания гистидина, метионина, тирозина, трионина, валина, пролина.

В результате анаэробной переработки улучшались реологические свойства удобрений. В сравнении с нативным навозом, пометом в эффлюенте снижалось общее содержание взвешенных веществ, количество частиц крупного размера, уменьшалась плотность биомассы. Гомогенность навоза, помета возрастала, что обеспечивало равномерность их поверхностного или внутрипочвенного внесения.

# 1. Условия анаэробной переработки навоза, помета, проведения полевых исследований

Хозяйство, регион	Вид навоза, помета	Биоэнергетическая установка (изготовитель)	Количество и объем метантенков	Температура сбраживания, °С	Продолжительность сбраживания, сут	Почва
<i>Свинокомплексы</i>						
«Большевик», Крым	Жидкий навоз свиней	ВИЭСХ (Москва)	4x125 м <sup>3</sup>	38-40	15	Чернозём южный суглинистый
ОПХ «Центральное», Саратовская обл.	Стоки навозные свиней	То же	Пилотная установка ВИЭСХ	32-34	15	Чернозём южный маломощный средне-суглинистый
Свиноферма «Пярну», Эстония	Жидкий навоз свиней	ПИ «Эст-колхозпроект» (Эстония), Гип-росельхоз (Москва)	2 x 3250 м <sup>3</sup>	32-36	15	Дерново-карбонатная супесчаная
«Папардес», Латвия	Стоки навозные свиней	«Латвияс-биотехнология» (Латвия)	2 x 75 м <sup>3</sup>	54	5	Дерново-подзолистая супесчаная
<i>Молочные фермы, птицефабрики</i>						
«Истринский», Московская обл.	Навоз полужидкий КРС	ВИЭСХ (Москва), «ЭНБОМ» (Финляндия)	1 x 20 м <sup>3</sup> 1 x 65 м <sup>3</sup>	52-55	14	Дерново-подзолистая суглинистая
ЦНИТИМЭЖ, г. Запорожье, о. Хортица, Украина	Навоз жидкий КРС	ЦНИТИМЭЖ, «Кобос» (Украина)	125 м <sup>3</sup>	40	14	Чернозем обыкновенный суглинистый
Птицефабрика «Шуйская», Ивановская обл.	Помёт птичий жидкий	НПО «Диполь» (Москва)	Пилотная установка	52-55	7	Дерново-подзолистая супесчаная
Опытное поле ВНИИОУ, Владимирская обл.	Навоз полужидкий КРС	ВИЭСХ (Москва), «ЭНБОМ» (Финляндия)	1x20 м <sup>3</sup> , 1x65 м <sup>3</sup>	52-55	14	То же

Метангенерация заметно улучшала ветеринарно-санитарные, гигиенические характеристики навоза, помета: отмечалось снижение микробной обсемененности, численности жизнеспособных семян сорных растений, яиц гельминтов. Уменьшались значения ХПК и БПК на 85-90%, содержание подвижных форм тяжелых металлов: никеля, меди – на 60%, цинка – на 90%.

В соответствии с результатами полевых опытов, в условиях дерново-подзолистых, дерново-карбонатных, супесчаных и суглинистых почв России, Украины, Латвии, Эстонии действие эффлюента на изменение физических, агрохимических, биологических и токсикологических свойств почвы не отличалось от влияния нативного навоза, помета. Ни в одном из опытов использование эффлюента в сравнении с нативным навозом (пометом) не сопровождалось повышением суммарной токсичности почвы, негативным воздействием на интенсивность ее дыхания, целлюлозоразрушающую и протеазную активность. После внесения эффлюента в микробиоте почвы доминировали анаэробные микроорганизмы в течение 2 нед. Однако в последующие сроки наблюдений микробиоценозы почв, удобренные в эквивалентных дозах эффлюентом, нативным навозом и пометом, существенно не различались. Не установлены также различия в действии нативных и сброженных удобрений на урожайность и качество возделываемых культур (табл. 2).

На южных черноземах (Крым, Украина, Саратовская обл.) при использовании эффлюента прибавки урожая в среднем на 8-11% превышали их значения в сравнении с внесением нативного навоза. Это связано, вероятно, с перегруппировкой основных видов почвенных микроорганизмов в направлении повышения удельного веса агрономически более ценных бактерий (усваивающих минеральные формы азота, минерализующих органическое вещество, аммонификаторов), снижения доли продуцентов токсичных соединений – грибов, актиномицетов.

**Выводы.** 1. Анаэробная переработка не оказывала нега-

тивного влияния на свойства навоза, помета. При снижении в эффлюенте органического вещества содержание основных гумусообразующих веществ (целлюлоза, лигнин, гемицеллюлоза) при сбраживании сохранялось. 2. В результате анаэробного сбраживания в навозе, помете повышался уровень легкодоступных форм азота, физиологически активных аминокислот. Сбраживание позволяло получать экологически безопасные удобрения: обеззараживало и обезвреживало навоз, помет от жизнеспособных яиц личинок гельминтов, семян сорных растений, болезнетворных микроорганизмов. Эффлюент характеризовался улучшенными реологическими свойствами: меньшей плотностью, низким содержанием взвешенных частиц и частиц крупных размеров. 3. Действие эффлюента на изменение физико-химических, агрохимических и токсикологических свойств почвы не отличалось от влияния нативного навоза (помета). В опытах, проведенных в различных регионах, использование эффлюента в сравнении с нативным навозом (пометом) не повышало суммарную токсичность почвы, не оказало негативного воздействия на интенсивность ее дыхания, целлюлозоразрушающую и протелитическую активность. 4. В условиях дерново-подзолистой и дерново-карбонатной почв не установлены различия в действии нативного и сброженного навоза (помета) на урожайность и качество сельскохозяйственных культур. На южных черноземах при использовании эффлюента прибавки урожая в среднем на 8-11 % превышали их значения в сравнении с внесением нативного навоза. Это, вероятно, связано с перегруппировкой основных видов почвенных микроорганизмов на отдельных этапах роста и развития растений в направлении повышения удельного веса агрономически более ценных бактерий (усваивающих минеральные формы азота, минерализующих органическое вещество, аммонификаторов), снижения доли грибов, актиномицетов–продуцентов токсичных соединений.

## 2. Урожайность сельскохозяйственных культур, ц/га, при внесении нативного и сброженного навоза, помета

Хозяйство, регион	Культура	Навоз нативный, N кг/га					Эффлюент, N кг/га					НСР <sub>05</sub>
		60	120	140	200	300	60	120	140	200	300	
Истринский, Московская обл.	Озимая рожь		27,0					27,3				2,0
	Кукуруза на силос					550					572	28,8
	Картофель				220					216		8,2
Опытное поле ЭНИИЗМ, Эстония	Озимая рожь	30,7	42,4				29,9	45,1				3,0
	Картофель		340					338				3,1
	Райграс, зеленая масса				99,3					90,4		11,3
	Горохоовсяная смесь				125	144				126	145	18,0
Опытное поле ВНИИОУ, Владимирская обл.	Кострец безостый				146	151				143	153	9,0
	Кукуруза на силос				489	523				490	519	50,1
	Картофель				180	180				181	176	5,3
«Большевик», Крым	Яровая пшеница		32,5					35,1				0,8
	Викоовсяная смесь			118					118			8,2
	Рапс яровой			109					125			13,6
	Редька масличная			109					128			16,9
«Центральное», Саратовская обл.	Яровая пшеница		40,0					44,5				3,8
	Кукуруза на силос					297					330	3,5
	Рапс яровой				161					174		4,0
Птицефабрика «Шуйская», Ивановская обл.	Ячмень			24,0					25,0			3,5
	Свёкла кормовая					334					337	17,0
Свиноферма «Папардес», Латвия	Овсяница					340					344	17,0
	Кукуруза на силос				293					305		12,4
	Картофель				214					237		20,2
	Клевер луговой + тим- феовка + люцерна					518					530	20,6
Хозяйство «Хортица», Украина	Картофель		194		205			212		217		4,6
	Люцерна		414					482				23,4
Вегетационный опыт ВНИИА, Москва	Ячмень					24,7*					25,9*	3,0*

\*г/сосуд.

### Литература

1. Vetter H. The influence of different processing methods for slurry upon its fertiliser value on grassland/ H. Vetter // Developments in plant and soil sciences. -1987. -V. 30.- P. 73-86. 2. Визла Р.Р. Эффективность действия сброженного навоза /Р.Р.Визла // Удобрение полевых культур в системе интенсивного земледелия: сб.науч.тр./Институт микробиологии им. А. Кирхенштейна.- Рига, 1990. -С. 43-59. 3. Гринблат Г.Я. Ферментированные отходы свиноферм – качественное удобрение /Г.Я. Гринблат // Биотехнология вторичных органических субстратов: сб.науч.тр./ Институт микробиологии им. А. Кирхенштейна.- Рига, 1990. – С. 13-18. 4. Девес Т. Хозяйственное использование животноводческих стоков в экологическом земледелии/ Т.Девес// Земледелец: сб.науч.тр./ «Прогресс-Пангея», Х.: Лебен унд Умвельт,- М., 1992.- С. 110-126. 5. Дубровскис В.С., Виестур У.Э. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов / В.С. Дубровскис, У.Э. Виестур.- Рига: Зинатне, 1988. – 204 с. 6. Мерзлая Г.Е., Слизовская Н.А. Применение сброженного куриного помета в качестве удобрения/ Г.Е. Мерзлая, Н.А. Слизовская // Анаэробная биологическая обработка

ка сточных вод.: сб.науч.тр./Дом техники МПР Союза НИО СССР.- Кишинев, 1988.- С. 159-160. 7. Методы анализов органических удобрений/ Под ред. А.И. Еськова. – М.: Россельхозакадемия – ГНУ ВНИИПТИОУ, 2003. -552 с. 8. Morga R. Biogas e biofertilizante a partir de residuo organicos/ R. Morga // Lavoura Arrozeira, -1982. -V.25 (N338).- P. 6-22. 9. Plaixats J. Characterization of the effluent residue from anaerobic digestion of pig excreta for its utilization as fertilizer/ J. Plaixats // Agrochimica. – 1988. – 32. 2/3. – P. 236-239. 10. Практикум по агрохимии/Под ред. В.Г. Минеева.-М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с. 11. СанПиН 2.3.2.1078-01 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов.Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы, утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 06.11.2001. 12. Тарасов С.И. Эффективность применения сброженного навоза КРС в качестве органического удобрения /С.И. Тарасов // Агрохимия. – 1991. -№ 5. – С. 96-102. 13. Ромашкевич И.Ф. Роль органических адсорбентов в ускорении метанового брожения свиного навоза// Использование органических удобрений.-М.: Колос, 1966.-С.362-372.

### AGROECOLOGICAL EFFICIENCY OF ANAEROBICALLY FERMENTED MANURE

S.I. Tarasov<sup>1</sup>, G.E. Merzlaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup>All-Russian Research Institute of Organic Fertilizers and Peat ul. Pryanishnikova 1, Vyatkins, Sudogda raion, Vladimir oblast, 601390 Russia

<sup>2</sup>Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agricultural Chemistry, Federal Agency of Scientific Organizations, ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia

The effect of different methane generation conditions on the physico-mechanical, agrochemical, toxicological, biochemical, microbiological, veterinary-sanitary, and hygienic properties of liquid manure has been studied. The relative efficiencies of the fermented and native manure have been determined under different soil-climatic regions.

Keywords: native liquid manure, effluent, properties, agricultural crops, crop yield, quality, relative efficiency.