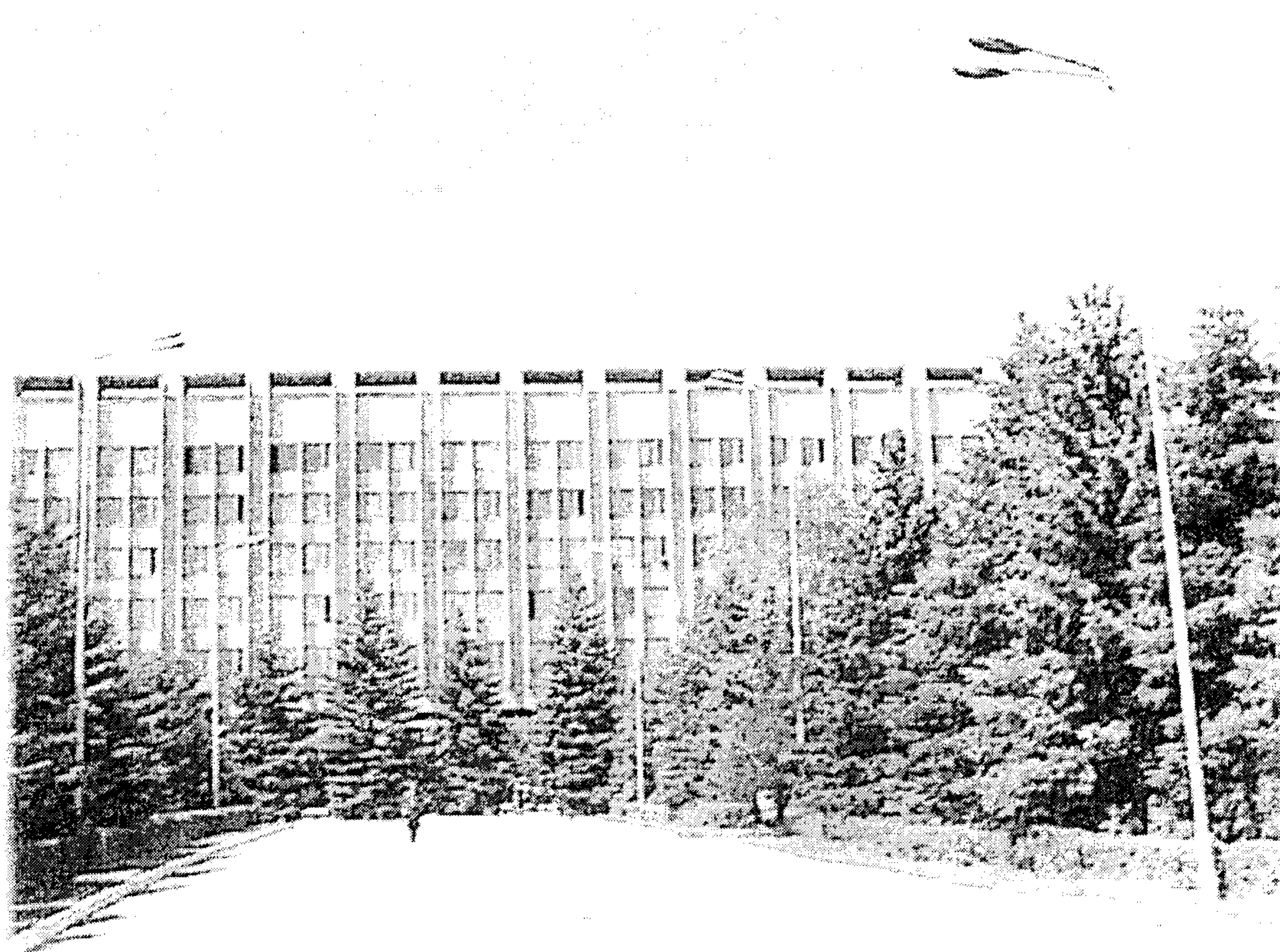


КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра общей биологии и экологии



**II ВСЕРОССИЙСКАЯ
НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

*«Проблемы рекультивации
отходов быта, промышленного и
сельскохозяйственного производства»
(с участием ученых Украины и Белоруссии)*

18-19 марта 2010 г.

Краснодар – 2010

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОТРАБОТАННЫХ БИОГАЗОВЫХ СУБСТРАТОВ В КАЧЕСТВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

© Миндубаев А.З., Холин К.В.*, Минзанова С.Т., Волошина А.Д., Белостоцкий Д.Е., Зобов В.Е., Миронов В.Ф., Коновалов А.И., Алимova Ф.К.***, Галеева Э.И.*, Нефедьев Е.С.*

Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНИЦ РАН, 420088, Казань, ул. Арбузова 8, E-mail: mindubaev@iopc.ru.

**Казанский химико-технологический университет, Казань, ул. К. Маркса, 68.*

*** Казанский государственный университет, Казань, ул. Университетская 18.*

В предыдущих исследованиях (Миндубаев и др., 2009) нами было выяснено, что дополнительная аэробная переработка отработанного биогазового субстрата в присутствии почвенной микрофлоры на протяжении 3 месяцев ведет к детоксикации продуктов анаэробного сбраживания и превращению их в органику, легко усваиваемую почвенными микроорганизмами. Дальнейшая работа показала, что переработанный в аэробных условиях субстрат является более благоприятной средой для растений по сравнению с почвой, как в плане всхожести семян, так и в плане роста и массы проростков. Это позволяет рассматривать переработанный в аэробных условиях субстрат в качестве потенциального удобрения, а разрабатываемую технологию получения биогаза – полностью безотходной.

Ключевые слова: аэробная переработка, анаэробная переработка, микрофлора, фитотоксичность, биогазовые осадки сточных вод, тяжелые металлы, атомно-эмиссионный анализ.

В настоящее время одной из важнейших проблем становится нехватка энергетических ресурсов, обусловленная интенсивной эксплуатацией месторождений невозобновляемых энергоносителей. В свете этого необходимость перехода энергетики на возобновляемое сырье, продукты жизнедеятельности живых организмов и их биомассу является актуальной.

Нашим авторским коллективом на протяжении четырех лет в рамках Программ № 7 и № 19 Президиума РАН успешно ведется работа по получению биогаза из органических отходов (осадки сточных вод и др.) (Миронов и др., 2002). Однако токсичность продуктов анаэробного сбраживания является препятствием на пути внедрения биогазовых технологий (Селивановская, 2002). Известным методом снижения токсичности перебродивших субстратов является аэробная переработка (Алексеева, 2002).

Цель исследований – исследование влияния аэрированного отработанного биогазового субстрата на высшие растения.

Экспериментальная часть.

Материалы и методы. Объект исследования - отработанный биогазовый субстрат на основе вторичных осадков сточных вод с водоочистного сооружения г. Казани.

Характеристики сырья: влажность жидкого ила 98,8 %; влажность ила после отжима на фильтр-прессе (твердого) 81,6 %. Была определена зольность субстратов в соответствии с ГОСТ 2918 (табл. 1).

Методика определения содержания хлора. 1г продукта взвешивают в предварительно введенном до постоянного веса тигле. Затем сжигают в муфельной печи и взвешивают снова. Зольность вычисляют по формуле:

$$П = P_1 / P \cdot 100 \%,$$

где П - зольность, %; P₁ - вес продукта после сжигания, г; P - вес продукта до сжигания, г.

Элементный анализ на С, Н и N проводился на анализаторе CHN-3 (табл.2). В качестве стандарта применялся стрептоцид. Содержание элементов в стрептоциде (%): С (41,85), Н (4,65), N (16,26).

Таблица 1. Соотношение органической и минеральной составляющих в субстрате

Субстрат	Зольность, % на сухой вес	Органика, % на сухой вес	Органика, % на сырой вес
Жидкий ил	37,0	63,0	62,7
Твердый ил	39,7	60,3	71,0

Измерения концентраций элементов в объектах исследования проводились на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно связанной плазмой iCAP 6300 DUO (Thermo Scientific, США). В спектрометре используются оптическая схема Эшелле и вакуумный проводниковый CID-детектор. Конструкция спектрометра обеспечивает одновременное измерение аналитических линий в диапазоне 166 до 867 нм. Оптическое разрешение – 0,007 нм на длине волны 200 нм, что дает возможность анализировать материалы с сложными спектрами. Частота индукции

...составляет 27,12 МГц. Двойное на-
...плазмы (аксиальное и радиальное)
...оптимизировать процесс измерения
...спектральных линий и подавле-
...спектральных шумов. Градуировочные
...связывающие содержание аналита в
...с инструментальным откликом, обычно
...в интервале пяти порядков величины
...радиации. Для многих элементов пределы
...- 1 ч 100 мкг/л. Возможно одно-
...определение большого числа эле-
...Выбор спектральных линий обуславли-
...малыми шумами и отсутствием спек-
...наложений. Измерения проводились
...после чего результат усреднялся.
...проводилась с помощью 5
...элементных стандартов по 3 точкам для
...из элементов. Относительная ошибка
...состоящая из случайных ошибок
...и ошибки прибора, не превы-
...%. Анализ проводился в аксиальном
...Время промывки капилляров перед
...30 с. Скорость насоса при промывке
...50 об/мин, во время анализа - 50 об/мин. По-
...на распылителе и вспомогательный
...составляли 0,7 л/мин и 0,5 л/мин соот-
...отношению. Мощность, подаваемая на плазму, -
...Вт. Интегрирование сигнала проводилось
...15 с.

В качестве тест-объектов для определе-
...отработанного субстрата ис-
...грибы, выделенные из почвы: *As-*
...*niger*, *Fusarium* и *Trichoderma*, а также
...бактерии *Azotobacter*. Это
...было представлено нами в ранее
...работе (Миндубаев и др.,

Подсчет фитотоксической активности
...по формуле:

$$A_f = 100 - \left(\left(\frac{D_x - D_n}{D_k - D_n} \right) * 100 \right),$$

где A_f – фитотоксическая активность в %
...роста корней;
 D_x – средняя длина корней (проростков)
...варианте (см);
 D_k – средняя длина корней (проростков)
...контроле (см);
 D_n – начальная длина корней (пророст-
...).

Методика проведения эксперимента сле-
... (Коломбет, Соколов, 2006). Субстрат
...с дистиллированной стерильной во-
...точной пропорции до полужидкого со-
...когда его можно размешать. На сле-
...день день разделили субстрат на 11 частей

и поместили в чашки Петри, поместив в каж-
...по 1 зерну кукурузы *Zea mays*. Через каж-
...три дня измерялась длина проростков в
...сантиметрах. В качестве контроля использо-
...11 посевов на стерильную почву (также в
...чашки Петри). Через 7 дней проростки извле-
...из почвы и разделялись на стебли и кор-
...И измерялась общая масса стеблей и корней.
...После этого стебли и корни высушили в тече-
...3 суток, разложив тонким слоем. Затем
...снова взвесили, получили сухой вес. Экспери-
...повторялся дважды, с интервалом в 7
...дней.

Для измерения содержания металлов из
...образцов ила готовилась суспензия путем до-
...концентрированной серной кислоты
... (ЧДА). Затем она отстаивалась в течение суток
...и пропускалась через фильтровальную бумагу.
...Таким образом, получался раствор, содержа-
...большую часть элементов, способных ак-
...кумуляроваться в растениях.

Результаты и обсуждение. Эксперимент
...был начат с исследования токсичности исход-
...биогазового субстрата. Выяснилось, что
...субстрат угнетает рост грибов, не оказывая по-
...подобного влияния на бактерии (Миндубаев и др.,
...2009).

Для последующей аэробной переработки
...взят тот же самый субстрат, который анализи-
...ровался на токсичность ранее. Результаты ис-
...следования токсичности на почвенных грибах и
...бактериях также представлены в работе (Мин-
...дубаев и др., 2009).

Тем не менее, для окончательного вывода
...о безопасности удобрений на основе подверг-
...аэробной переработке необходимо было
...исследовать их токсичность для сельскохозяй-
...ственных культур. С этой целью проведена ра-
...бота по исследованию влияния аэрированного
...субстрата на высшие растения.

Результаты элементного анализа пред-
...ставлены в таблицах 2 и 3.

Анализ приведенных данных показывает
...на очень высокое содержание серебра в илах
... (до 0,5 %). Вероятно, это объясняется приме-
...нием очистных фильтров с его использованием
...на данном водоочистном сооружении. В образ-
...цах обнаружены в значительных концентраци-
...следующие элементы, опасные для окру-
...жающей среды: алюминий, медь, никель,
...стронций, свинец, хром.

Таблица 2. Содержание биогенных элементов в
...субстрате

	Углерод, %	Водород, %	Азот, %
Жидкий ил	34,65	6,20	7,15
Твердый ил	39,82	7,04	5,81*

Таблица 3. Элементный состав илов

Элемент	Ил после отжима на фильтр-прессе (% сухого веса)	Жидкий ил (% сухого веса)
Алюминий	2,9350	1,0060
Барий	0,1236	0,0779
Бор	0,2727	0,4737
Ванадий	0,0302	0,0024
Железо	8,9210	5,0765
Кадмий	0,1758	0,2675
Калий	4,0070	5,9070
Кальций	28,650	12,5200
Кобальт	1,4020	1,9760
Кремний	1,0280	5,0730
Литий	0,0026	0,0029
Магний	3,0345	2,2820
Марганец	0,3940	0,3793
Медь	3,2100	5,4190
Молибден	0,0030	0,0016
Мышьяк	0,0029	-
Натрий	2,7360	3,3280
Никель	0,8088	1,3880
Олово	0,0078	0,0047
Свинец	0,6157	0,8691
Серебро	0,2878	0,5067
Стронций	0,2533	0,1071
Титан	0,0946	0,7874
Фосфор	7,623	3,6140
Хром	0,3631	0,1534
Цинк	2,0870	2,7585

Фитотоксичность субстрата оказалась отрицательной (табл. 4). На стерильной почве проросли 6 семян кукурузы из 11, а на субстрате всхожесть была 100 % (проросли все 11 семян).

Таблица 4. Фитотоксичность субстрата после аэробной переработки

	Контроль	Опыт	Фитотоксичность
№ семян	21	21	
Длина корней, см	3±0,4	9±1,2	-40
Длина проростков, см	4±0,4	16±2,4	-46
Среднее значение	5,1	12,3	
Сырой вес корней, г	2,15±0,3	4,34±0,3	-124
Сухой вес корней, г	0,27±0,04	0,45±0,06	-103
Сырой вес проростков, г	5,15±0,7	7,84±1,0	81
Сухой вес проростков, г	0,35±0,05	0,68±0,09	73

Заключение. Выявлено, что дополнительная аэробная переработка отработанного биогазового субстрата в присутствии почвенной микрофлоры на протяжении 3 месяцев ведет к детоксикации продуктов анаэробного сбраживания и превращению их в органику, легко усваиваемую поч-

венными микроорганизмами. Переработанный субстрат в аэробных условиях субстрат оказался благоприятной средой для растений по сравнению с почвой, как в плане всхожести семян, так и в плане роста и веса проростков. Это позволяет рассматривать переработанный в аэробных условиях субстрат в качестве потенциального удобрения, а технологию производства биогаза из канализационных стоков – как безотходную.

ЛИТЕРАТУРА

Миндубаев А.З., Минзанова С.Т., Волосин А.Д., Аквада Г., Белостоцкий Д.Е., Зобов В.В., Миронов В.Ф., Алимов Ф.К., Коновалов А.И. Аэробная переработка биогазового субстрата для детоксикации отходов производства биогорода. Сборник тезисов I Всероссийской научной конференции «Проблемы рекультивации земель, быта, промышленного и сельскохозяйственного производства». Краснодар, 18 – 19 марта 2009 г., с. 189–193.

Миронов В.Ф., Минзанова С.Т., Коновалов А.И., Миндубаев А.З., Скворцов Е.В., Волосин А.Д., Рыжиков Д.В. Средство для ускорения выхода биогаза. // Патент на изобретение № 2351552 от 10.04.2009. Бюл. № 10.

Селивановская С.Ю., Лапынова В.З., Минзанова Л.А.. Воздействие компоста на плодородие почв и растения лесных видов. // Казанский государственный университет. Экологическая химия. 2002, № 11, с. 201–209.

Алексеева А.С. Влияние применения традиционных органических удобрений на содержание тяжелых металлов и биологическую активность дерново-подзолистых сушечаных почв. Дисс. на соиск. уч. степени канд. биол. наук. специальность 06.01.04. Агрохимия. 2000. С. 145.

Коломбет Л.В. Экспресс-оценка фитотоксичности, рострегулирующего и фитотоксического действия протравителей семян / Л.В. Коломбет, М.С. Соколов // Агрохимия. 2006. № 8. С. 10–13.

Работа поддержана программой № 19 Президиума РАН

THE PERSPECTIVE OF APPLICATION OF WASTE BIOGAS SUBSTRATES AS ORGANIC FERTILIZERS

Mindubaev AZ, Cholme KV, Minzanova ST, Voloshin AD, Belostotsky DE, Zobov VV, Mironov, VF, Kononov, AI, Alimov FK ** Galejeva EI *, Nefed'ev ES *

In our previous study it was found out that additional aerobic processing of waste biogas substrate in the presence of the soil microflora for three months results in the detoxication of the products of aerobic fermentation and their further transformation in organic products, digestible by soil microorganisms. The processed under aerobic conditions substrate was shown to be the favorable medium for plants compared to soil, both from the viewpoint of the seeds germination and acrospires growth and weight. This allows one to treat the processed in aerobic conditions substrate as potential fertilizer, and the developed technology of biogas generation completely wasteless.

Key words: aerobic processing, anaerobic processing, microflora, phytotoxicity, biogas, waste water secondary precipitates, heavy metals, emission spectroscopy.