

СТАТЬИ

УДК 579.64:631.861

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСОРЦИУМОВ МИКРООРГАНИЗМОВ НА ПРОЦЕСС ФЕРМЕНТАЦИИ ЭКСКРЕМЕНТОВ ЖИВОТНЫХ И ПТИЦ

¹Аюпова А.Ж., ¹Сембаева Д.Ж., ¹Данлыбаева Г.А., ¹Молдагулова А.К.,

²Сапарбаев С.С., ¹Байбулов А.Ж., ¹Молдагулова Н.Б.

¹Учреждение «Международная академия экологии», Нур-Султан, e-mail: a.ibraeva@mail.ru;

²ТОО «Экостандарт.kz», Нур-Султан

В данной статье приводятся результаты изучения влияния консорциумов микроорганизмов на процесс ферментации экскрементов животных и птиц. При использовании консорциума микроорганизмов № 1, составленного из 15 культур микроорганизмов, и консорциума № 2, составленного из 11 культур микроорганизмов, относящихся к разной родовой и видовой принадлежности, предполагалось ускорение процесса ферментации органических отходов. Активность консорциумов микроорганизмов определяли по способности к росту на экскрементах животных и птиц, по способности нейтрализовать неприятные запахи помета и навоза, по способности в процессе роста повышать температуру органических веществ, а также подавлять патогенную микрофлору. По результатам изучения влияния консорциумов микроорганизмов на процесс ферментации экскрементов животных и птиц при использовании консорциума № 1 происходит ускорение процесса ферментации экскрементов животных и птиц, что позволяет переработать его в короткие сроки от 35 до 40 дней. При этом устраняется запах аммиака и сероводорода, подавляется и тормозится развитие патогенной микрофлоры. По результатам полученных органолептических и микробиологических показателей экскременты животных и птиц после ферментации соответствуют установленным нормам, безопасны для человека и окружающей среды.

Ключевые слова: консорциум микроорганизмов, ферментация, экскременты животных, помет птиц, органические отходы

STUDYING THE EFFECT OF MICROORGANISM CONSORTIUM ON THE EXPERIMENTS OF ANIMAL AND BIRD EXPERIMENTS

¹Ayupova A.Zh., ¹Sembaeva D.Zh., ¹Danlybaeva G.A., ¹Moldagulova A.K.,

²Saparbaev S.S., ¹Baybulov A.Zh., ¹Moldagulova N.B.

¹Establishment «International Academy of Ecology», Nur Sultan, e-mail: a.ibraeva@mail.ru;

²Ekostandart.kz LLP, Nur Sultan

This article presents the results of studying the effect of consortia of microorganisms on the fermentation process of animal and bird excreta. When using the consortium of microorganisms No. 1 composed of 15 cultures of microorganisms and consortium No. 2 composed of 11 cultures of microorganisms belonging to different genus and species, it was assumed that the fermentation process of organic waste is accelerated. The activity of microorganism consortia was determined by the ability to grow on animal and bird excreta, by the ability to neutralize the unpleasant odors of manure and manure, by the ability to increase the temperature of organic substances during the growth process, and also to suppress the pathogenic microflora. According to the results of studying the effect of consortia of microorganisms on the fermentation process of animal and bird excreta using consortium No. 1, the process of fermentation of animal and bird excreta is accelerated, which allows it to be processed in a short time from 35 to 40 days. This eliminates the smell of ammonia and hydrogen sulfide, suppresses and inhibits the development of pathogenic microflora. According to the results obtained organoleptic and microbiological indicators, animal and bird excreta after fermentation meet the established standards, safe for humans and the environment.

Keywords: microorganism consortium, fermentation, animal excrement, bird droppings, organic waste

Во многих странах мира, в том числе в Казахстане, интенсивно развивается животноводство. В Республике Казахстан поголовье крупного рогатого скота с каждым годом увеличивает количество накопленного навоза КРС на более чем 32,8 млн т и птичьего помета на 3,5 млн т. Поэтому существуют проблемы утилизации огромного количества навоза КРС и птичьего помета, которые стихийно разбрасываются на поля или сжигаются. Эти отходы оказывают сильное негативное влияние на экологическую среду, они являются благоприятной средой для роста и развития многих патогенных

микроорганизмов, кроме того, в процессе их разложения выделяются ядовитые вещества – метан, сероводород, аммиак и другие соединения. Из-за того, что экскременты животных и птиц в своем составе содержат большое количество опасных веществ и что они загрязняют окружающую среду, возникает необходимость утилизировать их экологически безопасным путем. Для утилизации таких отходов в разных странах применяются различные методы: сжигание, компостирование, вирмикомпостирование, ферментация [1]. Чтобы справиться со всем объемом образующихся отходов, нужна

промышленная безотходная, экологически чистая технология. Анализ современного состояния почвенного покрова Республики Казахстан, в том числе его плодородия, показал, что в результате экстенсивного использования земельных ресурсов произошли существенные изменения в сторону снижения содержания гумуса в почве и интенсивной деградации и опустынивания земель [2]. Сельское хозяйство является важным сектором экономики страны, поэтому необходимо принятие мер для сохранения и повышения плодородия почвы с применением полученных удобрений после ферментации отходов животноводства.

Биологическая ферментация навоза и птичьего помета является одним из методов биоконверсии органических отходов, с помощью которого можно получить экологически чистое эффективное удобрение. Этот способ переработки отходов выгодно отличается от других способов небольшими капиталовложениями, низким энергопотреблением, отсутствием вторичных отходов и безопасностью [3].

Эффективность микробиологической ферментации экскрементов животных и птиц напрямую зависит от эффективности применяемых биопрепаратов на основе микроорганизмов, способных к ускорению процесса биоконверсии органических отходов. Во многих странах мира применяют различные препараты, изготовленные из специально отобранных культур эффективных микроорганизмов, перерабатывающих отходы [4–6].

Отсутствие собственных отечественных разработок в данном направлении и накопившиеся многочисленные экологические проблемы диктуют необходимость выделения микроорганизмов, перспективных для переработки органических отходов, и разработки на их основе отечественного биологического препарата.

Целью исследования являлась необходимость отбора перспективного консорциума микроорганизмов для ускоренной ферментации экскрементов животных и птиц.

Материалы и методы исследования

В работе использовались классические методы микробиологических исследований [7].

Для определения и дифференциации патогенных микроорганизмов в исследуемых экскрементах животных и птиц использовались строго селективные среды Эндо агар и висмут-сульфитный агар.

Для получения консорциума микроорганизмов на первом этапе готовили стартерные культуры методом глубинного культивирования. Использовать питательные среды MRS-1 и СПБ. Готовые среды после стерилизации инокулировали культурами микроорганизмов консорциума № 1 из 15 культур:

Pediococcus acidilactici KH2-8, *Pediococcus acidilactici* П1-15, *Pediococcus pentosaceus* CH3-28, *Pediococcus pentosaceus* П1-8, 3 штамма – *Enterococcus faecium* CH3-4, *Enterococcus faecium* КП-1, *Enterococcus faecium* KH2-9, *Lactobacillus acidophilus* CH3-16, *Lactobacillus fermentum* CH3-2, *Bacillus coagulans* П1-5, *Bacillus subtilis* KH2-7, *Lactobacillus plantarum* CH3-27, *Bacillus licheniformis* П1-7, *Torulopsis kefir var.kumis* KH2-1 и *Kluyveromyces marxianus* П1-13; консорциум № 2 составлен из 11 культур, в него вошли культуры относящейся к разной родовой и видовой принадлежности: *Pediococcus acidilactici* KH2-8, *Pediococcus pentosaceus* CH3-28, *Enterococcus faecium* KH2-9, *Lactobacillus acidophilus* CH3-16, *Lactobacillus fermentum* CH3-2, *Bacillus coagulans* П1-5, *Bacillus subtilis* KH2-7, *Lactobacillus plantarum* CH3-27, *Bacillus licheniformis* П1-7, *Torulopsis kefir var.kumis* KH2-1 и *Kluyveromyces marxianus* П1-13 в концентрации 10^9 кл/см³ на 1,0 дм³ питательного бульона. Глубинное культивирование штаммов проводили отдельно, инкубировали в течение 24–48 ч при температурах 37–45 °С в термостате.

Наработанную биомассу штаммов двух консорциумов с биологическим титром клеток у всех штаммов в пределах $9,0 \pm 0,16$ lg КОЕ/см³– $9,25 \pm 0,23$ lg КОЕ/см³ объединяли. Полученную в результате объединения культуральную жидкость с титром клеток $8,0–9,0$ lgКОЕ/см³ добавляли к питательной смеси пшеничных отрубей. Активность консорциумов микроорганизмов определяли по способности к росту на экскрементах животных и птиц по способности нейтрализовать неприятные запахи помета и навоза, по способности в процессе роста повышать температуру органических веществ, а также подавлять патогенную микрофлору.

Результаты исследования и их обсуждение

Закладка буртов на экскрементах крупного рогатого скота проводилась на территориях ИП «Садовый центр Астана» в с. Нуресиль, Акмолинской области, и ТОО «Жалгас-Агро» в с. Новомарковка, Акмолинской области (рис. 1).



Рис. 1. Бурт с экскрементами крупного рогатого скота на территории ИП «Садовый центр Астана» в с. Нуресиль, Акмолинской области

В каждом хозяйстве формировали по 2 бурта шириной 1,5 м и высотой 1 м. В качестве контроля служил необработанный навоз.

Ежедневно за буртами с навозом крупного рогатого скота в течение испытаний проводился контроль температуры и влажности. За буртами в хозяйствах проводили визуальное наблюдение (оценивали внешний вид, структуру навоза и наличие запаха). В ходе испытаний наблюдалось постепенное изменение цвета и агрегатного состояния содержимого буртов и снижение запаха. Температура на пятые сутки в обработанных консорциумами микроорганизмов буртах составила на глубине 50 см от 40–45 °С, на поверхности – от 50 °С до 55 °С.

На 10 сутки температура в двух буртах, обработанных консорциумами микроорганизмов составила примерно от +59 °С, в этот период произведено первое ворошение буртов с целью активного удаления влаги и снижения температуры. Следующее повторное ворошение проводилось примерно на 15 сутки. Температура в этот период достигала 50–59 °С во всех буртах с применением обоих консорциумов. При применении консорциума № 1 в буртах обоих хозяйств на 25 сутки наблюдалось постепенное изменение цвета навоза крупного рогатого скота и отмечалось отсутствие неприятного запаха. Также масса навоза становилась более рыхлой. При применении консорциума № 2 в бурте хозяйства ИП «Садовый центр Астана» отмечалось отсутствие неприятного запаха, однако в бурте с экскрементами животных поставленного в хозяйстве ТОО «Жалгас-Агро», наблюдалось незначительное ослабление резкого специфического запаха навоза.

В табл. 1 представлены результаты испытаний консорциумов микроорганизмов на экскрементах животных.

Примерно на 40 сутки бурты представляли собой рассыпчатую массу от темно-коричневого до черного цвета, без характерного запаха экскрементов животных и других неприятных запахов, кроме бурта с применением консорциума № 2 в ТОО «Жалгас-Агро».

Одновременно, на территориях ТОО «Ордабасы кус» Южно-Казахстанской области, Ордабасынского района, в с. Бадам, в ТОО «Щучинская птицефабрика», Акмолинской области, Бурабайского района в пос. Зеленый бор и ТОО «Майкудукская птицефабрика», Карагандинской области, в селе Доскей заложены опыты на экскрементах птиц. В каждом хозяйстве формировали по 2 бурта шириной 1,5 м и высотой 1 м. Ежедневно в течение испытаний проводился контроль температуры и влажности. В качестве контроля служил необработанный птичий помет. На рис. 2 представлен бурт с экскрементами птиц на территории ТОО «Ордабасы кус» Южно-Казахстанской области, Ордабасынского района, в с. Бадам.



Рис. 2. Бурт с экскрементами птиц на территории ТОО «Ордабасы кус» Южно-Казахстанской области, Ордабасынского района, в с. Бадам

Таблица 1

Визуальный и органолептический анализ экскрементов животных ИП «Садовый центр Астана» и ТОО «Жалгас-Агро», обработанный консорциумами микроорганизмов через 35 суток

Консорциумы	ИП «Садовый центр Астана»			ТОО «Жалгас-Агро»		
	запах	цвет	t °С	запах	цвет	t °С
Контроль	+++	–	+25	+++	–	+25
Консорциум № 1	+	+	+59	+	+	+58
Консорциум № 2	+	+	+57	++	+	+50

Примечание:
 1 – «+++» резкий, специфический аммиачный запах;
 2 – «++» ослабление резкого специфического запаха;
 3 – «+» исчезновение запаха;
 4 – «+» наблюдается изменение цвета;
 5 – «–» нет изменения цвета

Во всех буртах с экскрементами птиц проводили наблюдение за внешним видом, структурой отходов и наличием запаха. В ходе испытаний наблюдалось постепенное изменение цвета и агрегатного состояния содержимого буртов и снижение запаха. Температура на 5 сутки в обработанных консорциумами микроорганизмов буртах составила на глубине 50 см от 40–45 °С, на поверхности – от 50 °С до 55 °С.

На 10 сутки температура во всех буртах, обработанных консорциумами микроорганизмов составила примерно от +59 °С, в этот период произведено первое ворошение буртов с целью активного удаления влаги. Следующее второе ворошение проводилось на 15 сутки. Температура в этот период достигала 50–59 °С во всех буртах с применением обоих консорциумов. На 25 сутки наблюдалось постепенное изменение цвета навоза и помета, отмечалось отсутствие неприятного запаха. Также масса навоза становилась более рыхлой.

В табл. 2 представлены результаты окончания испытаний консорциумов микроорганизмов на экскрементах птиц.

К концу испытаний, примерно на 40 сутки, бурты представляли собой рассыпчатую массу от темно-коричневого до черного

цвета, без характерного запаха навоза и помета и других неприятных запахов.

Важнейшими показателями микробиологического анализа является отсутствие патогенной микрофлоры в исследуемых экскрементах животных и птиц. При дальнейшем изучении влияния консорциумов микроорганизмов на процесс ферментации экскрементов животных и птиц учитывали способность микроорганизмов, входящих в состав консорциума, подавлять патогенную микрофлору. Для этого были проведены микробиологические анализы навоза крупного рогатого скота и куриного помета до и после окончания ферментации.

Данные микробиологических показателей экскрементов животных до и после обработки консорциумами микроорганизмов показали способность снижать количество патогенной микрофлоры от начального его содержания в навозе КРС с применением консорциума № 1 на 2–5 порядка (табл. 3).

Наиболее сильными антагонистическими свойствами по отношению к патогенной микрофлоре обладал консорциум № 1, который снижал количество патогенной микрофлоры до допустимых значений и на один порядок больше консорциума № 2.

Таблица 2

Визуальный и органолептический анализ экскрементов птиц ТОО «Ордабасы кус», ТОО «Щучинская птицефабрика» и ТОО «Майкудукская птицефабрика», обработанный консорциумами микроорганизмов через 35 суток

Консорциумы	ТОО «Ордабасы кус»			ТОО «Щучинская птицефабрика»			ТОО «Майкудукская птицефабрика»		
	запах	цвет	t °С	запах	цвет	t °С	запах	цвет	t °С
Контроль	+++	–	+35	+++	–	+25	+++	–	+28
Консорциум № 1	+	+	+60	+	+	+55	+	+	+59
Консорциум № 2	++	+	+55	++	+	+50	++	+	+50

Примечание:
 1 – «+++» резкий, специфический аммиачный запах;
 2 – «++» ослабление резкого специфического запаха;
 3 – «+» исчезновение запаха;
 4 – «+» наблюдается изменение цвета;
 5 – «–» нет изменения цвета

Таблица 3

Данные микробиологических показателей экскрементов животных до и после обработки консорциумами микроорганизмов

Наименование изолятов	Допустимое значение, КОЕ/г			
	10 ⁻⁵	10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻⁵
	<i>E. coli</i>	<i>Staphylococcus sp.</i>	<i>Salmonella sp.</i>	<i>Streptococcus sp.</i>
Контроль	3,2×10 ⁻¹	3,8×10 ⁻²	2,7×10 ⁻¹	6,2×10 ⁻¹
Консорциум № 1	1,2×10 ⁻⁶	2,7×10 ⁻⁵	1,2×10 ⁻³	1,5×10 ⁻⁶
Консорциум № 2	2,3×10 ⁻⁵	1,3×10 ⁻⁴	4,3×10 ⁻³	5,1×10 ⁻⁵

Таблица 4

Данные микробиологических показателей экскрементов птиц до и после обработки консорциумами микроорганизмов

Наименование изолятов	Допустимое значение, КОЕ/г			
	10 ⁻⁵	10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻⁵
	<i>E. coli</i>	<i>Staphylococcus sp.</i>	<i>Salmonella sp.</i>	<i>Streptococcus sp.</i>
Контроль	4,8×10 ⁻¹	2,9×10 ⁻²	3,7×10 ⁻¹	2,8×10 ⁻¹
Консорциум № 1	1,3×10 ⁻⁵	3,6×10 ⁻⁴	4,2×10 ⁻³	3,3×10 ⁻⁵
Консорциум № 2	2,3×10 ⁻⁴	5,1×10 ⁻³	1,3×10 ⁻²	1,6×10 ⁻⁴

Аналогично, по данным микробиологических показателей экскрементов птиц до и после обработки консорциумами микроорганизмов, показана способность снижать количество патогенной микрофлоры от начального его содержания в курином помете на 1–4 порядка (табл. 4).

Наиболее сильными антагонистическими свойствами по отношению к патогенной микрофлоре обладал консорциум № 1, который снижал количество патогенной микрофлоры в курином помете до допустимых значений.

Таким образом, микробиологические анализы после ферментации экскрементов животных и птиц при применении консорциума № 1 соответствуют установленным нормам, безопасны для человека и окружающей среды.

Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований изучено влияние консорциумов микроорганизмов на процесс ферментации экскрементов животных и птиц. Установлено, что при использовании консорциума № 1 происходит ускорение процесса ферментации экскрементов животных и птиц, что позволяет переработать его в короткие сроки, от 35 до 40 дней. При этом устраняется запах аммиака и сероводорода, подавляется и тормозится развитие патогенной микрофлоры. Созданный консорциум является перспективным объектом при разработке экологически безо-

пасных биопрепаратов, используемых для переработки органических отходов и разработки на их основе отечественного биологического препарата.

Список литературы

1. Гныддок В.С., Мельник И.А. Технологические аспекты переработки органических отходов животноводческих комплексов и птицефабрик методом биологической ферментации в органические удобрения нового поколения «Био-проферм» // Сб. науч. трудов Подольского гос. аграрно-техн. ун. Каменец-Подольский, 2009. № 17. С. 97–101.
2. Сапаров А.С., Елешев Р.Е., Сулейменов Б.У. Современные проблемы почвенно-агрохимической науки Казахстана и пути их решения // Известия НАН РК. Серия аграрных наук. 2016. № 1. С. 91–101.
3. Sreenivasa Nayaka, GM Vidyasagar. Development of eco-friendly bio-fertilizer using feather compost. *Annals of Plant Sciences*. 2013. № 02 (07). P. 238–244.
4. Новицкий А.А., Заболотных М.В., Кониная А.А. ЭМ-технология – фактор повышения сохранности и продуктивности животных // Реализация Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия: инновации, проблемы, перспективы: материалы Международ. науч.-техн. форума. Омск, 2009. С. 166–168.
5. Новицкий А.А., Хонин Г.А., Сайфулина А.Г., Гнивецкий В.А. ЭМ-технология – инновационный путь развития АПК // Научное обеспечение развития агропромышленного комплекса стран Таможенного союза: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Астана, 2010. С. 177–181.
6. Худякова Л. ЭМ-технологии – или эффективные микроорганизмы. Абаканский Центр природного Земледелия: «Сияние». 2014. [Электронный ресурс]. URL: <http://orgzemledelie.ru/emtexnologii-ili-effektivnye-mikroorganizmy/> (дата обращения: 18.07.2019).
7. Нетрусов А.И., Егорова М.А., Захарчук Л.М. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. А.И. Нетрусова. М.: Изд-во Академия, 2005. 608 с.