

УДК 574.635:628.35.034.2

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСОРЦИУМОВ МИКРООРГАНИЗМОВ НА ПРОЦЕСС ПЕРЕРАБОТКИ ОБЕЗВОЖЕННЫХ ИЛОВЫХ ОСАДКОВ МЕТОДОМ ТВЕРДОФАЗНОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ

Хасенова Э.Ж., Сембаев К.Д., Молдагулова Э.Б., Нагызбеккызы Э.,
Сарсенова А.С., Дуамбеков М.С.

Учреждение «Международная академия экологии», Нур-Султан, e-mail: elmira_alta@mail.ru

В статье представлены данные исследований по изучению влияния консорциумов микроорганизмов на процесс переработки обезвоженных иловых осадков методом твердофазной ферментации. Были составлены два консорциума микроорганизмов из различных таксономических групп. Опыты были заложены на территории поселка Балкарагай, Акмолинская область, на иловых осадках, транспортированных с разных регионов. Иловые массы были отобраны с очистных станций «Водные ресурсы маркетинг» (г. Талдыкорган), «Караганды су» (г. Караганды), «Жетысу су» (г. Шымкент). В результате проведенного эксперимента было установлено, что консорциум № 2 способен к ферментации илов сточных вод. К концу эксперимента переработанные иловые осадки представляли собой массу темного цвета, с отсутствием аммиачного запаха, рыхлой консистенции. В иловых массах после применения консорциума № 1 наблюдалось наличие неприятного запаха, так как ферментация прошла менее активно. Отмечается, что применение консорциума микроорганизмов позволяет ускорить процесс ферментации иловых осадков, что способствует быстрой переработке отходов для получения органического удобрения. В процессе компостирования микроорганизмы, входящие в состав консорциумов, за счет своей высокой ферментативной активности подавляют патогенную микрофлору, рост и развитие личинок, снижается содержание концентрации сероводорода и меркаптанов.

Ключевые слова: микроорганизмы, осадки сточных вод, компостирование, твердофазная ферментация, консорциум

STUDYING THE EFFECT OF CONSORTIUMS OF MICROORGANISMS ON THE PROCESS OF PROCESSING OF WASTE-WARMED SILVER DEPOSITS BY SOLID PHASE ENZYMATON

Khasenova E.Zh., Sembaev K.D., Moldagulova E.B., Nagyzbekkyzy E.,
Sarsenova A.S., Duambekov M.S.

Establishment «International academy of ecology», Nur-Sultan, e-mail: elmira_alta@mail.ru

The article presents research data on the study of the effect of consortia of microorganisms on the processing of dehydrated sludge sediment by solid phase fermentation. Two consortiums of microorganisms from different taxonomic groups were compiled. The experiments were laid on the territory of the village Balkaragay, Akmola region on the sludge transported from different regions. Silt masses were selected from the Water Resources Marketing wastewater treatment plants in Taldykorgan, Karagandy Su in Karaganda, Zhetysu Su in Shymkent. As a result of the experiment, it was found that consortium No. 2 is capable of fermenting sewage sludge. By the end of the experiment, the processed sludge was a mass of dark color, with the absence of ammonia smell, friable consistency. After the application of consortium No. 1, an unpleasant odor was observed in the sludge masses, since fermentation was less active. It is noted that the use of a consortium of microorganisms allows to accelerate the process of fermentation of sludge sediments, which contributes to the rapid processing of waste to obtain organic fertilizer. In the process of composting, the microorganisms that make up the consortia, due to their high enzymatic activity, suppress the pathogenic microflora, the growth and development of the larvae occur, the content of hydrogen sulfide and mercaptans decreases.

Keywords: microorganisms, sewage sludge, composting, solid phase fermentation, consortium

Применение различных ЭМ-микроорганизмов в процессе компостирования открывает перспективы для получения качественного органического удобрения на основе осадков сточных вод. Способность микроорганизмов и их ферментов разлагать сложные органические вещества, трансформировать природные и антропогенные полимеры лежит в основе получения многих полезных продуктов микробиологического синтеза и переработки отходов. Процесс компостирования можно существенно ускорить, используя специальные микробные препараты. Компостирование обезвоженных осадков сточных вод методом твердофазной

аэробной ферментации позволяет получить из них удобрение высокого качества. В процессе биоферментации происходит бактериальное обеззараживание осадка [1].

Осадки городских сточных вод обладают высокой удобрительной ценностью, так как на 40% состоят из гумусовых веществ и их предшественников и содержат все необходимые для формирования почвы вещества [2, 3]. В компосте, включающем осадки сточных вод, содержится огромное количество органических веществ, при разложении которых выделяется углекислый газ, необходимый для жизни растений. Эти вещества являются не только источником питания культур, но

и источником биологических активаторов почвенных процессов, стимулируют развитие и деятельность почвенных микроорганизмов, которые играют большую роль в почвенном питании растений, устраняют отрицательное воздействие кислотности подзолистых и щелочности засоленных почв [4].

Компост на основе иловых осадков содержит все основные питательные вещества, необходимые для повышения урожайности земель, уступая навозу животноводческих комплексов лишь по содержанию калия. Введение в компост сырого осадка сточных вод повышает в нем содержание жиров, углеводов и продуктов их распада. Углеводы являются первичными продуктами фотосинтеза и основными исходными продуктами биосинтеза других веществ, а жиры являются структурными компонентами цитоплазмы клеток и выполняют различные функции [5, 6].

В процессе биокомпостирования осадков сточных вод органический материал проходит физические и химические преобразования с выходом стабильного гумифицированного конечного сырья. В отличие от переработанных осадков, данный продукт не нарушает состояние экосистемы, в которую его внесли.

Таким образом, сочетание процессов сбраживания с последующим компостированием методом твердофазной аэробной ферментации считается экономически наиболее перспективным направлением подготовки осадка сточных вод к его утилизации.

Целью исследования является изучение влияния консорциумов микроорганизмов на процесс ферментации обезвоженных иловых осадков.

Материалы и методы исследования

Консорциум № 1: *Pediococcus pentosaceus* KB, *Lactobacillus fermentum* T4, *Pediococcus acidilactici* ЭК8, *Pseudomonas lundensis* ЭИ4, *Bacillus mojavensis* ЭИ1К, *Bacillus fusiformis* ЭИ14, *Bacillus amyloliquefaciens* ЭИ15, *Ochrobactrum sp.* ЭИР, *Enterobacter cloacae* П-1-3, *Lactobacillus paracasei* И5, *Bacillus subtilis* C20, *Bacillus clausii* ЭЖ.

Консорциум № 2: *Pediococcus pentosaceus* KB, *Lactobacillus fermentum* T4, *Pediococcus acidilactici* ЭК8, *Torulopsis sphaerica* 40, *Torulopsis kefir* 41, *Pseudomonas lundensis* ЭИ4, *Bacillus mojavensis* ЭИ1К, *Bacillus fusiformis* ЭИ14, *Bacillus amyloliquefaciens* ЭИ15, *Bacillus pumilus* ЭИ3, *Bacillus coagulans* П-1-5, *Ochrobactrum sp.* ЭИР, *Enterobacter cloacae* П-1-3, *Bacillus clausii* ЭЖ, *Lactobacillus paracasei* И5, *Enterobacter sp.* П-1-2.

Питательные среды: МПБ, СПБ, MRS-1, Сабуро.

Культивирование бактерий осуществляли в колбах Эрленмейера объемом 250 мл с питательной средой в объеме 100 мл при температуре +30 °С, +37 °С, +50 °С в течение 24–48 ч. Все культуры на качалке при 150–180 об/мин. Молочнокислые бактерии культивировали на питательной среде MRS-1 в термостате.

Результаты исследования и их обсуждение

Для изучения влияния консорциумов были составлены два вида консорциума микроорганизмов из различных таксономических групп.

В состав первого консорциума вошли 12 штаммов: *Pediococcus pentosaceus* KB, *Lactobacillus fermentum* T4, *Pediococcus acidilactici* ЭК8, *Pseudomonas lundensis* ЭИ4, *Bacillus mojavensis* ЭИ1К, *Bacillus fusiformis* ЭИ14, *Bacillus amyloliquefaciens* ЭИ15, *Ochrobactrum sp.* ЭИР, *Enterobacter cloacae* П-1-3, *Lactobacillus paracasei* И5, *Bacillus subtilis* C20, *Bacillus clausii* ЭЖ.

Во второй консорциум внесли 16 штаммов: *Pediococcus pentosaceus* KB, *Lactobacillus fermentum* T4, *Pediococcus acidilactici* ЭК8, *Torulopsis sphaerica* 40, *Torulopsis kefir* 41, *Pseudomonas lundensis* ЭИ4, *Bacillus mojavensis* ЭИ1К, *Bacillus fusiformis* ЭИ14, *Bacillus amyloliquefaciens* ЭИ15, *Bacillus pumilus* ЭИ3, *Bacillus coagulans* П-1-5, *Ochrobactrum sp.* ЭИР, *Enterobacter cloacae* П-1-3, *Bacillus clausii* ЭЖ, *Lactobacillus paracasei* И5, *Enterobacter sp.* П-1-2.

Постановку опытов по переработке иловых осадков в органическое удобрение проводили с применением двух составленных консорциумов. Опыты были заложены на территории поселка Балкарагай, Акмолинская область, на иловых осадках, транспортированных с разных регионов. Иловые массы были отобраны с очистных станций «Водные ресурсы маркетинг» (г. Талдыкорган), «Караганды су» (г. Караганды), «Жетысу су» (г. Шымкент).

Иловые массы предварительно увлажняли до влажности 60%, так как для процесса ферментации осадков сточных вод оптимальное содержание влаги не должно превышать данной концентрации. Затем смешивали с отрубями. Подготовленную иловую массу обрабатывали консорциумами № 1 и № 2. Сформировали бурты, ежедневно проверяли температурный режим и фиксировали показания.

Начальная температура в сформированных буртах составила 19–23 °С. Температура окружающей среды в день закладки опытов – 14 °С.

В ходе ферментации температура в буртах постепенно поднималась. В буртах, где иловые массы были обработаны консорциумом № 1, наблюдалось менее активное протекание процесса компостирования. Тогда как в вариантах с применением консорциума № 2 отмечается повышение температуры после обработки одновременно во всех буртах уже на 3 сутки, происходило нагревание буртов, температура составляла 37–49,5 °С. Вели визуальное наблюдение за внешним видом буртов.

Потребляя органические отходы как пищевой субстрат, микроорганизмы размножаются, продуцируют органические соединения и энергию. На 5–6 сутки температура повысилась до 50 °С. Согласно литературным данным, оптимальной температурой для осуществления полного цикла микробиологического разложения компостной смеси на основе осадка сточных вод являются температуры 50–60 °С.

В процессе компостирования высокая температура в бурте позволяет уничтожить патогенную микрофлору, яйца гельминтов и личинки мух. При этом мезофильные микроорганизмы закономерно погибают, а активность термофильных микроорганизмов сохраняется, что ускоряет процесс компостирования.

По достижению максимальной температуры проводили ворошение иловых масс, тщательно перемешивали. В ходе испытаний наблюдалось постепенное изменение цвета и агрегатного состояния содержимого буртов и снижение аммиачного запаха.

Повторное ворошение и перемешивание компостных буртов производили через каждые три дня с целью насыщения кислородом компостной массы и активного испарения лишней влаги. В качестве контроля использовали необработанные иловые осадки.



до обработки



после обработки

Рис. 1. Процесс переработки иловых осадков с очистных станций «Жетысу су» с применением консорциума № 2



до обработки



после обработки

Рис. 2. Процесс переработки иловых осадков с очистных станций «Қараганды су» с применением консорциума № 2

Нами были проведены микробиологические исследования по наличию патогенной микрофлоры после обработки илов. Отмечается снижение численности патогенных микроорганизмов после обработки консорциумами в сравнении с начальным содержанием.

После проведения компостирования нами была определена фитотоксичность переработанных обезвоженных иловых осадков. Фитотоксичность изучали по прорастанию и всхожести семян кресс-салата. В качестве контроля использовали необработанную массу иловых осадков. Переработанная масса обезвоженных иловых осадков не проявляла токсичности и не оказывала негативного влияния на прорастание семян кресс салата.

После роста семян был произведен расчет процента всхожести. Всхожесть семян кресс-салата при обработке консорциумом № 1 составила 90%, и консорциумом № 2 составила 96%. В контрольных вариантах всхожесть кресс салата в среднем 15%.

Отмечается, что в результате проведенного эксперимента консорциум № 2 был способен к ферментации илов сточных вод лучше, чем консорциум № 1. К концу эксперимента переработанные иловые осадки представляли собой массу темного цвета, с отсутствием аммиачного запаха, рыхлой консистенции. В иловых массах после применения консорциума № 1 наблюдалось наличие неприятного запаха, так как ферментация прошла менее активно.

В результате проведенного опыта отмечается что консорциум № 2 проявил себя лучше, чем консорциум № 1. Неприятный запах значительно меньше, чем в контроле и другом варианте опыта, цвет изменился в темно-коричневый.

Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено, что из составленных двух ассоциаций эффективных микроорганизмов к ферментации

илов сточных вод большую активность проявил консорциум № 2. После ферментации к концу эксперимента переработанные иловые осадки после обработки консорциумом представляли собой массу темного цвета, с отсутствием аммиачного запаха, рыхлой консистенции.

Установлено, что применение консорциума микроорганизмов позволяет ускорить процесс ферментации иловых осадков, что способствует быстрой переработке отходов для получения органического удобрения. В процессе компостирования микроорганизмы, входящие в состав консорциумов, за счет своей высокой ферментативной активности подавляют патогенную микрофлору, рост и развитие личинок, снижается содержание концентрации сероводорода и меркаптанов.

Список литературы

1. Гуляева И.С., Дьяков М.С., Савинова Я.Н., Русаков В.А., Глушанкова И.С. Анализ и обоснование методов обезвреживания и утилизации осадков сточных вод биологических очистных сооружений // Вестник ПНИПУ. Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности. 2012. № 2. С. 18–32.
2. Гальченко С.В., Чердакова А.С. Обоснование использования осадка сточных вод городских очистных сооружений в качестве удобрения // Экологический вестник России. 2012. № 3. С. 30–34.
3. Фомина И.Г. Компостирование осадка сточных вод в лабораторных условиях с наполнителем из отходов табака и фасоли // Вестник ХНУ имени В.Н. Каразина, № 1104. Серия «Экология», 2014. вып. 10. С. 141–144.
4. Иванов В.А., Переведенцев С.В., Тыгер Л.М. Совершенствование технологии переработки органической части бишлама сточных вод ЖКХ // Интернет-журнал «Науковедение». 2015. Т. 7. № 1. С. 1–13.
5. Рафикова Г.Ф., Столярова Е.А., Логинов О.Н. «БИОСЕПТИЛОН» И «БИОКОМПОСТ 21» – Продукты бытовой биотехнологии // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2–1. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=18123> (дата обращения: 16.07.2019).
6. Севостьянов С.М., Демин Д.В., Татаркин И.В. Компостирование обработанных аминокислотными реагентами осадков сточных вод // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. № 3 (4). С. 1432–1435.