

В ходе исследования выделили фитопатогенные микроорганизмы, различающиеся по способности мацерировать растительную ткань: одни из них более активны (М4, С3, К2, В1), другие – менее (М2, М3, М5, С1, К1, П1), что позволяет использовать полученную тест коллекцию бактерий для испытания биоцидных препаратов, различающихся по эффективности.

Заключение. В результате проведенных исследований создали коллекция тест бактерий, состоящая из 15 штаммов легко культивируемых фитопатогенных микроорганизмов, способных мацерировать растительную ткань.

Идентификация микроорганизмов показала, что выделенные бактерии являются представителями родов *Pseudomonas*, *Erwinia*, *Xanthomonas*, *Agrobacterium*, *Clavibacter*. Они относятся к основным возбудителям заболеваний растений на территории Республики Беларусь, что делает созданную коллекцию тест актуальной.

Способность мацерировать может быть использована для оценки эффективности средств защиты растений. На наш взгляд, утрата мацерирующих свойств является более адекватным критерием при характеристике новых средств защиты растений, чем выживаемость, поскольку в данном случае оценивается влияние потенциальных биоцидов именно на те клеточные мишени, которые задействованы в патогенезе.

Созданная коллекция тест бактерий включает микроорганизмы, обладающие разной степенью мацерации, что позволяет увеличить диапазон чувствительности метода и определить свойства довольно широко различающихся по биоцидной активности препаратов.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Карпук. Растениеводство / В. В. Карпук, С. Г. Сидорова: Минск, БГУ. - 2010. - 351с.
2. Р. А. Желдакова. Фитопатогенные микроорганизмы / Р. А. Желдакова, В. Е. Мямин: Минск, БГУ. - 2006.- 88с.

УДК 628.351:628.358

Студ. Н. В. Чеченец, магистрант Яньфэн Суй
Науч. рук. доц. М. В. Рымовская
(кафедра биотехнологии и биоэкологии, БГТУ)

ДООЧИСТКА ФУГАТА ПОСЛЕСПИРТОВОЙ БАРДЫ, ОБРАБОТАННОГО В АНАЭРОБНОМ БИОРЕАКТОРЕ, В СИСТЕМАХ С ПРИКРЕПЛЕННЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ

В процессе производства продукции и жизнедеятельности человека выделяется большое количество органосодержащих отходов. По

оценкам специалистов ежегодный прирост этих отходов составляет 200 млрд. т. Решение проблемы утилизации таких отходов необходимо из-за негативного экологического воздействия их на природные объекты и санитарно-эпидемиологической опасности для населения. Другим аспектом проблемы является потребность в изыскании эффективных возможностей использования биомассы для микробиологической анаэробной конверсии ее в биогаз, представляющий собой смесь метана с диоксидом углерода.

В процессе производства этилового спирта пищевого назначения из крахмалсодержащего сырья образуются отходы, среди которых значительная удельная доля приходится на послеспиртовую барду, которой образуется 0,12-0,14 м³ на 1 дкл этанола. Известные технологии переработки послеспиртовой барды позволяют получить сухой кормовой продукт, сухой белоксодержащий кормовой продукт, биогаз, сухой кормовой препарат витамина В₁₂. Технологический процесс утилизации послеспиртовой барды на ОСП ГГЦ «Березинский спиртовой завод» РУП «Минск-Кристалл» (г. Березино, Минская обл., РБ) реализуется с получением биогаза и кормового белоксодержащего продукта. Объектом нашего исследования является основной отход данной технологии – сброженный фугат, представляющий собой насыщенную биогазом жидкость. Компонентный состав этой жидкости напрямую зависит от состава фугата послеспиртовой барды и микробиологических процессов, протекающих в анаэробном биореакторе [1].

Целью исследования является доочистка фугата послеспиртовой барды, обработанного в анаэробном биореакторе, в системах с прикрепленными микроорганизмами. В качестве объекта исследования использовались сброженный фугат из лабораторного (БГТУ) и промышленного (ОСП ГГЦ «Березинский спиртовой завод») анаэробных биореакторов.

В качестве носителей для биомассы использовали активированный уголь АГ-5 (фракция 0,25-0,50 мм) и насадку «ВИЯ». Изучение влияния дополнительного внесения источников углерода осуществляли путем разового внесения 1 г целлюлозы и 1 мл 2 % раствора декстрозы на каждые 50 мл сброженного фугата соответственно. Для моделирования процесса доочистки в конические колбы на 250 мл вносили 50 мл сброженного фугата, 1 г одного из носителей для биомассы. Заселение поверхности носителей производили путем выдерживания содержимого колб в течение 15 сут в полунепрерывном режиме: 25 мл жидкости из колб заменялось на сброженный фугат с периодичностью 2 сут. Культивирование осуществляли на шейкере-инкубаторе при

частоте встряхивания 120 об/мин и температуре $25 \pm 2^\circ\text{C}$. Затем производили залповую замену жидкости из колб на сброженный фугат из промышленного анаэробного биореактора Березинского спиртзавода и оценивали эффективность очистки воды по химическому потреблению кислорода (ХПК) через 0,5 ч и через сутки после смены. Первое измерение ХПК показывает эффективность только адсорбции, второе – эффективность сочетания адсорбции с окислением загрязнителей закрепленными на поверхности носителей микроорганизмами. Измерение ХПК осуществляли с использованием автоматического измерителя, состоящего из блока подготовки проб HI 839800 COD REACTOR и анализатора Multiparameter Bench Photometer.

Поскольку после обработки в анаэробном биореакторе соотношение биохимического потребления кислорода (БПК) к ХПК составляет 0,5 и меньше, для повышения биоразрушаемости загрязнений сброженный фугат озонировали, для генерации озона использовался экспериментальный каскадный турбоозонатор белорусского производства фирмы ООО «Ровалант-СпецСервис». Озон, разрывая связи между микрозагрязнителями, способствует их высвобождению, что приводит к увеличению концентрации растворенных веществ в воде.

Подбор дозы озона осуществляли на основании экспериментальных данных по изменению величины ХПК сброженного фугата при озонировании и известных сведений о действии озона на свободноплавающие и прикрепленные микроорганизмы. Озонирование сброженного фугата из лабораторного анаэробного биореактора привело к снижению ХПК на 8 %, вероятно, из-за отдувки летучих малорастворимых примесей, а затем – к повышению значения ХПК вплоть до исходного значения, что связано с увеличением степени окисления загрязнителей [2]. При озонировании сброженного фугата из промышленного анаэробного биореактора ХПК, наоборот, в начальный период увеличился на 12-26 %, указывая на наличие в этой воде большого количества легкоокисляемых органических веществ, а затем при увеличении дозы озона снижался практически до исходного значения, что может свидетельствовать о химическом окислении загрязнителей до оксидов.

В результате очистки сброженного фугата послеспиртовой барды в системах с прикрепленными на носителях микроорганизмами не обнаружили существенных различий в эффективности очистки воды при использовании активного адсорбента (активированного угля АГ-5) и волокнистого носителя для биомассы (насадки ВИЯ) как с внесением дополнительных источников углерода, так и без них. По полученным значениям можно сделать вывод, что значительный вклад в процесс

очистки вносит адсорбция, протекающая не только на поверхности носителя, но и на поверхности клеток активного ила. О протекании биологической очистки утверждать нельзя, так как в течение 7 сут ХПК практически не изменялось. Это связано с высоким содержанием аммонийного азота, который при утилизации активным илом органических кислот в сброженном фугате вызывает подщелачивание воды до 9,0-9,5, что вызывает затухание биологических процессов.

Предварительное озонирование сброженного фугата при дозе озона 200 мг/л с выдержкой 10 мин для деструкции озона привело к увеличению изымаемого из систем очистки ХПК. В системах с АГ-5 и насадкой «ВИЯ» эффективность увеличилась с 5% до 15%, с декстрозой – увеличилась с 20% до 30%, в системе с целлюлозой ХПК изменяется незначительно. Однако эти изменения не приводят к удалению загрязнений за счет биологических процессов, рН в этих колбах также был щелочным.

Дальнейшие исследования будут направлены на удаление аммонийного азота из сброженного фугата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ручай, Н. С. Обработка фугата послеспиртовой барды в анаэробном биореакторе с гранулированным илом / Н. С. Ручай, М. В. Рымовская, Я. Ф. Суй // Новейшие достижения в области инновационного развития в химической промышленности и производстве строительных материалов: материалы международной научно-технической конференции, Минск, БГТУ, 18-20 ноября 2015 г.; под общ. ред. И. М. Жарского. – Минск: БГТУ, 2015. – С. 102-105.

2. Окисляемость и химическое потребление кислорода [Электронный ресурс] / Российский химико-аналитический портал. – Режим доступа: <http://www.anchem.ru/literature/books/muraviev/027.asp>. – Дата доступа: 10.04.2016.

УДК 628.349.094.3+628.356.39

Студ. Я. В. Стук, магистрант Яньфэн Суй
Науч. рук. доц. М. В. Рымовская
(кафедра биотехнологии и биоэкологии, БГТУ)

ВОЗДЕЙСТВИЕ ОЗОНИРОВАНИЯ НА ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ МОДЕЛЬНОЙ СТОЧНОЙ ВОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ТАБЛЕТОК И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕЕ БИОСОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ В АЭРОБНЫХ УСЛОВИЯХ

Присутствие в сточных водах фармацевтических препаратов и средств личной гигиены впервые было обнаружено в 60-х годах про-