

ФОТОХИМИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ АНТИБИОТИКОВ ЦЕФАЛОСПОРИНОВОГО РЯДА В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

В. П. Кутузова

Научные руководители – к.т.н., с.н.с. М. Р. Сизых; д.т.н., заведующий лабораторией А. А. Батоева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30, vasilina.kutuzova2000@mail.ru

Байкальский институт природопользования СО РАН
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6, marisyz@binm.ru

Самыми опасными фармацевтическими препаратами, обнаруживаемыми в природных водах, являются антибиотики. Попадая в канализацию с продуктами жизнедеятельности человека и животных антибиотики и их метаболиты транзитом проходят через очистные сооружения, так как традиционно используемые биологические методы очистки не эффективны для их удаления [1]. Для минимизации поступления антибиотиков в водные экосистемы необходимо разрабатывать и внедрять новые методы очистки сточных вод. Наибольший интерес исследователей направлен на разработку комбинированных окислительных процессов (Advanced Oxidation Processes), суть которых заключается в окислении загрязнителей высокорекреационными активными формами кислорода (АФК), в частности сульфатными анион-радикалами, обладающими высоким окислительно-восстановительным потенциалом и имеющими меньшую чувствительность к рН. Наилучшие результаты достигаются при активации персульфата ионами переходных металлов и УФ-излучением [2]. При создании экономичной и экологически устойчивой технологии оптимальным решением может стать интеграция нескольких методов, в том числе с использованием возобновляемого ресурса – солнечной энергии.

Мировая пандемия КОВИД-19, привела к существенному увеличению объемов использования цефалоспориновых антибиотиков, в частности цефтриаксона. Так, по данным группы «Деловой профиль», годовой рост объема продаж цефтриаксона в России на январь 2021 года составил 382,4 % (относительно января 2020 года).

Целью данной работы являлось исследование каталитической деструкции цефтриаксона (антибиотика цефалоспоринового ряда), в железо-персульфатной системе при дополнительном воздействии квазисолнечного света.

Объектом исследования являлись модельные растворы натриевой соли цефтриаксона, приготовленные на дистиллированной воде

($\chi = 2$ мкСм/см). Эксперименты проводили в проточном трубчатом фотореакторе с ксеноновой лампой – источником квазисолнечного света, при термостатировании (22 ± 2 °С) [3].

Экспериментально установлено, что цефтриаксон устойчив к излучению ксеноновой лампы в диапазоне рН = 3–9. С $K_2S_2O_8$ цефтриаксон не реагирует. Дополнительное облучение ксеноновой лампой увеличивает деструкцию цефтриаксона до 3 % ($[K_2S_2O_8] = 1$ мМ). В железо-персульфатной системе (в темновых условиях) цефтриаксон окисляется достаточно быстро, однако реакция останавливается, вероятно в результате образования комплексов Fe с продуктами реакции. Облучение квазисолнечной лампой, приводит к существенному повышению степени деструкции (рис. 1).

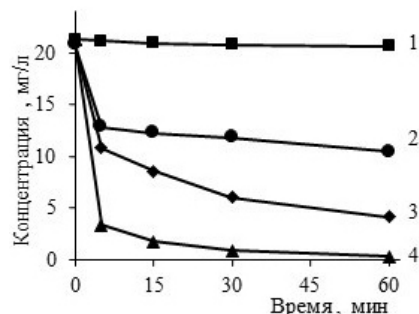


Рис. 1. Деструкция цефтриаксона в различных окислительных системах: 1 – $\{S_2O_8^{2-}/Solar\}$, 2 – $\{Fe^{2+}/S_2O_8^{2-}\}$, 3, 4 – $\{Fe^{2+}/S_2O_8^{2-}/Solar\}$. Для 1, 2, 3: $[Fe^{2+}] = 0,05$ мМ; $[S_2O_8^{2-}] = 0,5$ мМ. Для 4: $[Fe^{2+}] = 0,1$ мМ; $[S_2O_8^{2-}] = 1$ мМ

Практически полная деструкция цефтриаксона в окислительной системе $\{Fe^{2+}/S_2O_8^{2-}/Solar\}$ достигается при концентрации реагентов: $[Fe^{2+}] = 0,1$ мМ, $[S_2O_8^{2-}] = 1$ мМ и времени обработки 180 минут. Установлено возникновение синергического эффекта (синергический индекс, рассчитанный по эффективности деструкции составил 1,5).

Полученные результаты свидетельствуют о возможности с успехом использовать есте-

ственный солнечный свет для интенсификации процесса обезвреживания антибиотиков цефа-

лоспоринового ряда в железо-персульфатной окислительной системе.

Список литературы

1. Yu X., Tang X., Zuo J., Zhang M., Chen L., Li Z. // *Sci. Total Environ.*, 2016. – V. 569–570. – P. 23–30.
2. Giannakis S., Lin K. Y. A., Ghanbari F. // *Chem. Eng. J.*, 2021. – V. 406. – P. 127083.
3. Khandarkhaeva M. S., Batoeva A. A., Aseev D. G., Sizykh M. R. // *Rus. J. of Appl. Chem.*, 2015. – V. 88. – № 10. – P. 1605–1611.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОДНОЛЕТНИХ РАСТЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ БУМАЖНОЙ ПРОДУКЦИИ

М. М. Литвинова, Ю. Д. Алашкевич, Р. А. Марченко
Научный руководитель – д.т.н., профессор, академик РАО Ю. Д. Алашкевич

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева
660037, Россия, г. Красноярск, пр. имени газеты «Красноярский рабочий», 31. marg32883@gmail.com

Целлюлоза – это ценный природный полимер, который получается как из древесины, так и из однолетних растений [1]. До последнего времени при получении целлюлозы и бумажной продукции в основном используют древесину как из хвойных так и лиственных пород, что приводит к массовым вырубкам лесов, что значительно ухудшает экологию. Для использования древесины в качестве сырья необходимо достичь её созревания, что осуществляется 80–100 лет [1].

Отдельные компании по заготовке древесины осуществляют сплошные рубки, без последующих необходимых посадок [2]. При заготовке древесины требуется сложное технологическое оборудование, которое вредит почвенному покрову, загрязняет почву и атмосферу. В связи с этими обстоятельствами в последнее время при производстве целлюлозно-бумажной продукции задумались о замене сырья из древесины на однолетние растения, среди которых: техническая конопля, мискантус, топинамбура, солома, и др. [2].

Использование однолетних растений в качестве сырья для получения целлюлозно-бумажной продукции имеет ряд существенных положительных особенностей, среди которых: однолетние растения готовы к использованию ежегодно, что сокращает время их созревания в отличие от древесины. Использование однолетних растений в качестве сырья не требует специфического оборудования. В однолетних растениях содержание лигнина в 2,5–3 раза

меньше, чем в древесине, что может исключить химическую варку при производстве бумажной продукции [3]. Лигнин – сложное полимерное соединение, содержится в растениях. Структуру лигнина можно сравнить со структурой железобетона: микрофибриллы целлюлозы по своей структуре напоминают арматуру, а лигнин, обладает высокой прочностью к сжатию как бетон. В технологии получения готовой продукции в целлюлозно-бумажном производстве одним из важнейших процессов является размол волокнистых полуфабрикатов, не зависимо от вида растительного сырья. следовательно, при использовании однолетних растений при получении целлюлозно-бумажной продукции важность процесса размола не умоляется, но требует дополнительных исследований при достижении необходимых показателей бумагообразующих свойств волокнистого сырья и физико-механических показателей готовой продукции. Размол необходим для таких качеств как: окончательное разделение пучков на волокна, разрушение первичных стенок волокон, ускоренное набухание, внешнее и внутреннее фибрирование. Известно, что основным оборудованием при размолу волокнистых полуфабрикатов используется, как ножевые размольные установки, в числе которых, дисковые конические мельницы, а также зачастую используют и безножевой способ размола. Использование в качестве сырья однолетних растений требует дальнейших исследований в области размола волокнистых полуфабрикатов. Важным является посвятить исследования раз-