

АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ГЛУБОКИХ ЭВТЕКТИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ СОСТАВА ХЛОРИД ХОЛИНА/МОЛОЧНАЯ КИСЛОТА

О. А. Игумнова, К. С. Головина, А. Е. Мышова, Г. Е. Дубиненко, С. И. Твердохлебов

Научный руководитель – д.х.н., профессор В. Д. Филимонов

Томский политехнический университет

oai11@tpu.ru

Глубокие эвтектические растворители (deep eutectic solvents, DES) являются относительно новым классом эвтектических смесей, которые могут быть изготовлены из широкого спектра недорогих компонентов различных химических классов и являются экологичной альтернативой органическим растворителям. Среди возможных компонентов таких смесей множество биосовместимых и биоактивных химических соединений, что определяет перспективы применения DES в медицине и биотехнологии [1]. Оксикарбоновые кислоты (гидроксикислоты) являются широко распространёнными в природе соединениями, способными образовывать эвтектические смеси в роли донора водородной связи. Известно, что многие кислоты данного класса (молочная, гликолевая, винная и др.) в разной степени обладают антибактериальными свойствами в отношении наиболее распространенных внутрибольничных бактерий [2, 3]. Целью настоящей работы являлось получение DES на основе хлорида холина и молочной кислоты с последующим созданием на основе полученного DES антибактериального материала – эвтектогеля.

Приготовление DES было выполнено путем смешивания соли четвертичного аммония – хлорида холина, и донора водородной связи – молочной кислоты. Компоненты смешивали в различных молярных соотношениях от 5:1 до 1:5 при нагреве до 80 °С с постоянным перемешиванием до образования гомогенной прозрачной жидкости, сохраняющей стабильность без выпадения осадка при охлаждении до комнатной температуры. Для получения эвтектогелей DES смешивали с водным раствором поливинилового спирта (ПВС), после чего смесь сушили от избытка воды до формирования геля. Методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) были исследованы термические свойства DES. Методом вискозиметрии были определе-

ны динамическая и кинематическая вязкости DES при изменении соотношения компонентов. Методом инфракрасной спектроскопии была определена химическая структура исходных компонентов, эвтектических смесей и гелей. Методом испытания на растяжение были оценены механические характеристики эвтектогеля. Антибактериальные свойства DES и эвтектогеля исследовали диск-диффузионным методом. Рост бактериальных биопленок в присутствии DES оценивали по оптической плотности методом денситометрии.

По результатам исследования было показано, что смесь хлорида холина и молочной кислоты в соотношении 1:2 является эвтектической, так как температура ее плавления была значительно ниже температуры плавления отдельных компонентов. Это происходит из-за взаимодействия между галогенид-анионом и донором водородной связи, в данном случае, молочной кислотой [4]. DES и полученный на его основе эвтектогель обладают выраженным антибактериальным эффектом в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий. Помимо антимикробных свойств, обусловленных снижением pH, молочная кислота обладает способностью повышать проницаемость наружной мембраны бактерий, из чего можно сделать вывод о прямом ингибирующем влиянии молочной кислоты на бактерии [5].

В результате проведенного исследования был получен антибактериальный DES на основе хлорида холина и молочной кислоты, а также антибактериальный эвтектогель на его основе. Полученные материалы обладают выраженными антибактериальными свойствами и являются перспективными для медицинского применения.

Исследования поддержаны Российским научным фондом, проект № 24-23-00471.

Список литературы

1. Zhang Q., Vigier K.D.O., Royer S., Jerome F. (2012) Deep eutectic solvents: syntheses, properties and applications // *Chemical Society Reviews*, 41, 7108–7146.
2. Li X. et al. Lactate metabolism in human health and disease // *Signal Transduction and Targeted Therapy* 2022 7:1. Nature Publishing Group. – 2022. – Vol. 7. – № 1. – P. 1–22.
3. Wang J. et al. Deep eutectic solvents eutectogels: progress and challenges // *Green Chemical Engineering*. Elsevier. – 2021. – Vol. 2. – № 4. – P. 359–367.
4. Abbott, A.P., Capper, G., Davies, D.L., Munro, H.L., Rasheed, R.K., Tambyrajah, V. (2003) Novel solvent properties of choline chloride/urea mixtures // *Chemical Communication*, 1, 70–71.
5. Sherrard J., Wilson J., Donders G. et al. 2018 European (IUSTI/WHO) International Union against sexually transmitted infections (IUSTI) World Health Organisation (WHO) guideline on the management of vaginal discharge // *Int J STD AIDS*. – 2018; 29 (13) : 1258–1272.

ЦИАНБОРГИДРИДЫ, СОДЕРЖАЩИЕ ДОНОРЫ ГАЛОГЕННОЙ И ХАЛЬКОГЕННОЙ СВЯЗИ, КАК ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕАГЕНТЫ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИМИНОВ

М. В. Ильин, Д. С. Болотин

Научный руководитель — д.х.н., доцент Д. С. Болотин

Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии
199034
m.ilin@spbu.ru

Электрофильный органокатализ привлекает значительное внимание научного сообщества благодаря тому, что соответствующие системы обладают низкой чувствительностью к влаге и кислороду в сравнении с металлокомплексным

катализом, а также характеризуются более низким экологическим воздействием на окружающую среду. В последнее десятилетие область применения электрофильных органокатализаторов, часто включающих тиомочевины или

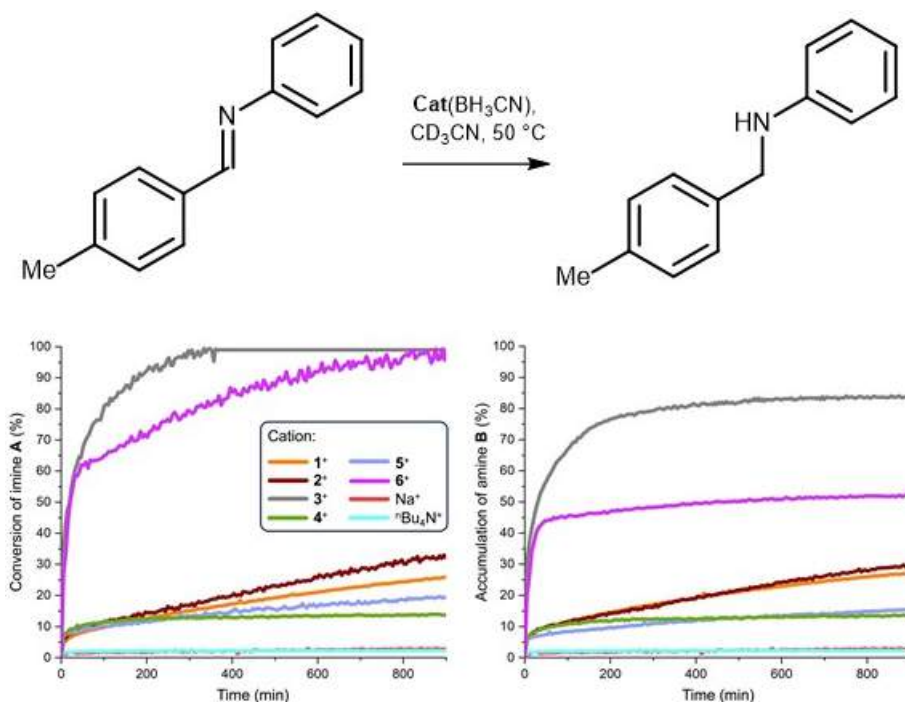


Рис. 1. ЯМР-мониторинг протекания модельной реакции