

УДК 544.723.232

## ОСОБЕННОСТИ СОРБЦИИ ПРОИЗВОДНЫХ БЕНЗИМИДАЗОЛА НА ГЕКСАДЕЦИЛСИЛИКАГЕЛЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМИДАЗОЛИЕВЫХ ИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ

© Разницына В.М., Ядрова А.А., Шафигулин Р.В.

*Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: v\_raznitsyna@mail.ru

Биологически активные соединения (БАС), в частности бензимидазол и его производные, проявляют широкий спектр фармакологической активности и являются важными компонентами лекарственных средств, поэтому их анализ имеет практический интерес [1]. Наиболее подходящим методом исследования этих веществ является метод обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии (ОФ ВЭЖХ). В последнее время подобные анализы часто проводят с добавлением ионных жидкостей [2; 3], введение в систему которых решает ряд проблем, таких как сложность разделения смесей БАС, а также зависимость факторов удерживания от свойств сорбента.

В связи с этим целью исследования было изучения влияния ионных жидкостей как модификаторов подвижных фаз на разделение бензимидазола и некоторых его производных в условиях ОФ ВЭЖХ.

Эксперимент проводили на микроколоночном жидкостном хроматографе «Миличром А-02» в изократическом режиме. В качестве сорбента был использован гексадецилсиликагель, а в качестве элюента применялись водно-метанольные смеси разного количественного состава (вода/органический модификатор – 45/55, 50/50, 55/45 (об. %)). На рисунке представлены структурные формулы двух ионных жидкостей, которые были использованы в работе в качестве добавок в подвижную фазу: 1-бутил-2,3-диметилимидазолий тетрафторборат ([BdMIM][BF<sub>4</sub>]) и 1-бутил-3-метилимидазолий бромид ([BMIM][Br]).



Рис. Структурные формулы ионных жидкостей: а) [BdMIM][BF<sub>4</sub>] и б) [BMIM][Br]

Температура эксперимента варьировалась от 55 до 75 °С с шагом в 10 градусов, скорость потока элюента – 100 мкл/мин. Детектирование проводили при длинах волн 254, 280 и 300 нм.

Использование ионных жидкостей в качестве добавок в элюент приводит к уменьшению времени анализа по сравнению с водой. Особенно это заметно для системы с [BdMIM][BF<sub>4</sub>], где удерживание уменьшается практически в 1,5 раза. В системах с ионными жидкостями наблюдалось улучшение селективности разделения и уменьшение размытия хвостовой части хроматографических пиков.

На основании полученных экспериментальных данных для исследуемых соединений были построены температурные зависимости факторов удерживания, из которых были рассчитаны энтальпия и энтропийная составляющие процесса сорбции. Установлено, что в системах с тетрафторборатной ионной жидкостью термодинамические параметры сорбции значительно ниже, чем в системах с бромидной ионной жидкостью и водой. Для двух последних систем значения энтальпии и энтропийной составляющей сопоставимы.

В настоящей работе для оценки влияния состава элюента на сорбцию бензимидазолов использовались модели удерживания Сочевинского – Вахмайстера и Снайдера – Сочевинского. Линейный характер зависимостей и высокие коэффициенты детерминации свидетельствуют о подчинении изучаемых систем выбранным полуэмпирическим моделям для всех исследуемых сорбатов. Показано, что с увеличением содержания метанола в подвижной фазе сорбция на гексадецилсиликагеле снижается для всех бензимидазолов. Также отмечено, что система с [BdMIM][BF<sub>4</sub>] обладает большей элюирующей силой, поскольку характеризуется наименьшими значениями угловых коэффициентов для всех соединений. С увеличением объема сорбата наблюдается увеличение углового коэффициента, что свидетельствует о преобладании дисперсионных взаимодействий. Нарушение подобной закономерности отмечается у 1-(бутоксид)метил-2-гидроксиметилбензимидазола и 4-[(2-бензилбензимидазол-1ил)-метил]фенола за счет наличия в их структурах заместителей способных вступить в специфические взаимодействия.

Таким образом, были изучены общие закономерности сорбции впервые синтезированных производных бензимидазола в водно-метанольных системах с добавлением ионных жидкостей. В ходе работы были рассчитаны термодинамические характеристики сорбции исследуемых сорбатов, рассмотрено влияние состава элюента на удерживание бензимидазолов с помощью моделей Сочевинского – Вахмайстера и Снайдера – Сочевинского. В целом использование ионных жидкостей в качестве модификаторов подвижных фаз имеет высокий потенциал для дальнейшего изучения, так как их введение в систему положительно сказывается на анализе и способствует получению более симметричных хроматографических пиков, улучшению разделения аналитов и сокращению времени анализа.

### Библиографический список

1. Ядрова А.А., Гриневич О.И., Шафигулин Р.В., Нестерова Н.В., Буланова А.В. Влияние природы ионных жидкостей на сорбцию бензимидазола и некоторых его производных из водно-ацетонитрильных растворов на октадецилсиликагеле // Сорбционные и хроматографические процессы. 2020. № 20(6). С. 674–686.
2. Ma Y.-J., Guan C., Ya Y.-J.D. H. High-performance liquid chromatography utilization of ionic liquids as mobile phase additives for separation and determination of the isomers of amino benzoic acids // Chinese Chemical Letters. 2016. V. 27(5). P.749–752.
3. Fernández-Navarro J.J., Torres-Lapasíó J.R., Ruiz-Ángel M.J., García-Álvarez-Coque M.C. 1-Hexyl-3-methyl imidazolium tetrafluoroborate: An efficient column enhancer for the separation of basic drugs by reversed-phase liquid chromatography // Journal of Chromatography A. 2012. V. 1258. P. 168–174.