

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента на диссертационную работу**

**Пиденко Павла Сергеевича**

**«Молекулярный импринтинг с использованием белковых молекул:  
создание сорбентов и их применение в иммуноанализе», представленную  
на соискание ученой степени кандидата химических наук по  
специальности 1.4.2. Аналитическая химия**

Одной из современных тенденций в аналитической химии является разработка высокоселективных систем на основе молекулярного распознавания. Молекулярный импринтинг является широко распространенной техникой получения материалов для создания таких систем. Импринтированные полимерные материалы, так же известные как молекулярно импринтированные полимеры (МИП), применяются для определения и обнаружения высоко- и низкомолекулярных аналитов в контроле качества пищевых продуктов, биомедицине и фармакологии. Значительный интерес представляет применение МИП для концентрирования и выделения биополимеров, в частности белков. В то же время структурные свойства белков открывают возможность их использования в качестве матрицы для получения рецепторных элементов с использованием техники молекулярного импринтинга. Модифицированные белковые молекулы – импринтированные белки (ИБ) могут быть использованы для замены природных рецепторных систем, в частности антител.

Диссертационная работа Пиденко П.С. посвящена разработке способов получения импринтированных синтетических полимеров (полианилин, полиуретан типа D4, поливинилпироллидон) специфичных к пероксидазе хрена и импринтингу белковых молекул (бычий сывороточный альбумин, овальбумин, глюкозооксидаза) в присутствии овальбумина, микотоксина зеараленона и его структурных аналогов (кумарина, 4-гидроксикумарина). Согласно задачам работы полученные рецепторные элементы использованы

для выделения и последующего определения пероксидазы хрена в модельных растворах, зеараленона - в модельных растворах и экстрактах злаковых культур, овальбумина - в модельных растворах и экстрактах кондитерских изделий.

Диссертационная работа Пиденко П.С. состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, обсуждения результатов, заключения и списка используемых источников.

В литературном обзоре представлены современные тенденции развития техники молекулярного импринтинга. Представлены преимущества использования полианилина для получения импринтированных полимеров специфичных к различным молекулам шаблонам. Приведены примеры применения метода электроспиннинга для получения импринтированных микроволоконных материалов. Отдельно рассмотрены актуальные методы получения импринтированных белков и их применение при решении аналитических задач с использованием различных подложек. В обзоре автор в полной мере представил современные тенденции развития техники молекулярного импринтинга и, в частности, ее подраздела биоимпринтинга.

Экспериментальная часть в полной мере описывает использованные методы и объекты исследования. Достоверность полученных результатов подтверждается применением инструментальных аналитических методов исследования и статистической обработкой результатов современными программными комплексами.

Третья глава посвящена результатам, полученным в ходе разработки метода получения МИП на основе полианилина. Формирование слоя МИП проводилось на поверхности мультикапилляра. В качестве молекулы шаблона применена пероксидаза хрена. Полученные модифицированные МИП образцы мультикапилляров успешно использованы для определения пероксидазы хрена в модельных растворах. В четвертой главе рассмотрена возможность импринтинга микроволоконных материалов, полученных методом электроспиннинга, показана возможность их использования для

специфического извлечения пероксидазы хрена из модельных растворов. В пятой главе описан импринтинг белков альбуминов и глюкозооксидазы в присутствии микотоксина зеараленона и его структурных аналогов, а также представлены результаты импринтинга глюкозооксидазы в присутствии овальбумина. Представлена оригинальная методика контроля очистки сформированных сайтов связывания в белковой структуре с использованием 3D флуоресцентной спектроскопии. Показана возможность применения импринтированных белков при определении микотоксина в экстрактах зерновых культур, овальбумина в экстрактах кондитерских изделий, модификации сорбентов на основе оксида кремния для последующей твердофазной экстракции микотоксинов из модельных растворов.

Полученные результаты являются новыми, экспериментальная часть достаточна по объёму, достоверность данных не вызывает сомнений. Выводы обоснованы и соответствуют полученным экспериментальным данным. Результаты опубликованы в 8 работах в изданиях, входящих в перечень ВАК, библиографические базы данных Web of Science и Scopus, патент РФ и 5 материалов конференций. Указанные публикации и автореферат в достаточной мере отображают содержание диссертационной работы.

По автореферату и диссертации имеются замечания и вопросы:

1. «Цель работы состояла в разработке методов получения МИП...»  
Однако методы используемы для синтеза МИП ранее известны. К заслугам диссертанта, вероятно, относится разработка методики синтеза? Требуется пояснить.
2. Корректнее было бы написать, что анализ микотоксинов проводили методом ВЭЖХ-МС (система AWaters Acquity UPLC), а не ЖХ МС/МС.
3. На рис.8 отсутствуют подписи по оси ординат. Не понятно это фрагмент спектра поглощения или пропускания?

4. В тексте указано, что ...Установлена необходимость синтеза удерживающего слоя ПАНИ в течение 1,5 мин при соблюдении соотношения  $C_6H_8ClN$  (10 ммоль/л, 100 мкл) и  $(NH_4)_2S_2O_8$  (12,5 ммоль/л, 100 мкл) 1:1,25 в HCl (0,2 ммоль/л). Почему выбраны такие соотношения и что будет при других соотношениях?
5. Что такое твердофазный импринтинг?
6. На стр.81 приведены оптимальные условия синтеза ... как они подбирались?
7. По тексту встречаются опечатки (стр. 22, 59, 74, 77, 78, 81, 92, 98, 107), плохо читаемые подписи в рисунках, очень много сокращений, это затрудняет чтение

Сделанные замечания не снижают общую положительную оценку диссертационной работы.

Диссертационная работа представляет собой логически обоснованное и разностороннее исследование, описанное четким и понятным научным языком. Результаты базируются на достаточном количестве экспериментальных данных и их обсуждение проведено на высоком научном уровне.

Работа является завершенным научным исследованием в рамках поставленных целей и задач работы. Автореферат полностью отражает основное содержание работы, соответствующей паспорту научной специальности 1.4.2. Аналитическая химия.

Диссертация Пиденко Павла Сергеевича «Молекулярный импринтинг с использованием белковых молекул: создание сорбентов и их применение в иммуноанализе» соответствует требованиям п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Диссертационная

работа является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задач, имеющих значение для развития жидкостной микроэкстракции, а ее автор Пиденко Павел Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2. Аналитическая химия.

Официальный оппонент:

Профессор кафедры аналитической химии  
Воронежского государственного  
университета, доктор химических наук (по  
специальности – 1.4.2. (02.00.02)  
Аналитическая химия), профессор,  
Зяблов Александр Николаевич



А.Н. Зяблов

Почтовый адрес: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», 394018, г. Воронеж, Университетская пл., 1, ВГУ, химический факультет, кафедра аналитической химии.

Телефон: +7 (473) 220-89-32

Электронная почта: [zyablov@chem.vsu.ru](mailto:zyablov@chem.vsu.ru)  
[alex-n-z@yandex.ru](mailto:alex-n-z@yandex.ru)

Подпись Зяблова А.Н. удостоверено  
Ученый секретарь ФГБОУ ВО «ВГУ»  
Лопаева Мария Артуровна



Лопаева М.А.

«22» внваря 2024 г.