

Сведения о ходе выполнения ПНИЭР по Соглашению от 27 октября 2015 г. № 14.577.21.0182 по теме «Разработка ресурсосберегающих технологий производства эмульгаторов, а также эмульгирующих систем для пищевой и непищевой промышленности на основе растительного сырья и продуктов его переработки»

Научный руководитель работ д.х.н., проф. Х.С. Шихалиев

В ходе выполнения ПНИЭР по Соглашению о предоставлении субсидии от 27 октября 2015 г. № 14.577.21.0182 с Минобрнауки России в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы» на этапе № 2 «Теоретические исследования задач ПНИЭР. Разработка лабораторных методик синтеза эмульгаторов, их экспериментальная апробация» в период с 1 января 2016 г. по 31 декабря 2016 г. за счет субсидии выполнены следующие работы:

- проведена теоретическая оценка влияния структурных особенностей, в том числе жирно-кислотного состава, наличия гетероциклических фрагментов, разрабатываемых эмульгаторов на их функциональные свойства и эмульгирующую способность;

- разработаны прототипы технических решений по реализации результатов теоретических исследований, в том числе: выбраны перспективные классы эмульгаторов на основе растительных масел и отходов их переработки; выбраны перспективные схемы синтеза наиболее эффективных классов эмульгаторов на основе растительных масел и отходов их переработки, включая соединения, содержащие гетероциклические фрагменты; проведена первичная проработка синтетических схем и выбор доступных субстратов для синтеза эмульгаторов; выбраны физико-химические методы исследования эмульгаторов и эмульгирующих систем.

- разработаны лабораторные методики синтеза эмульгаторов на основе растительных масел;

- разработаны лабораторные методики синтеза эмульгаторов на основе отходов переработки растительных масел;

- разработана программа и методики экспериментальных исследований экспериментальных образцов эмульгаторов с применением ГХ-МС анализа, ИК-спектроскопии и других физико-химических методов;

- наработаны образцы эмульгаторов для проведения экспериментальных исследований (71 шт.);

- проведены экспериментальные исследования индивидуальных эмульгаторов, в том числе: структурный анализ полученных эмульгаторов; физико-химический анализ полученных эмульгаторов;

- проведена предварительная оценка эффективности разработанных эмульгаторов, выбраны перспективные эмульгаторы для создания высокоэффективных эмульгирующих систем;

- проведены дополнительных патентных исследований по технологиям получения эмульгаторов – эфиров природных жирных кислот и полиолов для оценки патентоспособности полученных результатов;

- выбраны и подобраны процентные соотношения компонентов для получения эффективных эмульгирующих систем (на основании анализа индивидуальных эмульгаторов);

На основе теоретических исследований и результатов, полученных при изучении эмульгаторов из индивидуальных жирных кислот, были выбраны перспективные классы эмульгаторов такие как: эфиры полиолов, в частности, моноглицериды, эфиры полиглицерина и жирных кислот, эфиры сорбитана; сульфопроизводные на основе эмульгаторов, содержащих гидроксильные группы, в частности, сульфосукцинаты алканоламидов и моноглицеридов; производные гетероциклических соединений.

По результатам теоретических исследований опубликовано 2 статьи в журналах, индексируемых в базах Web of Science и Scopus:

1. A novel method for the synthesis of pyrimido[1,2-*a*]benzimidazoles / D.Yu. Vandyshev, Kh. S. Shikhlaliev, A.V. Kokonova, A.Yu. Potapov, M.G. Kolpakova, A.L. Sabynin // *Chemistry of Heterocyclic Compounds*. – 2016. – Vol. 52, № 7 - pp. 493-497.

2. Production and Emulsifying Effect of Polyglycerol and Fatty Acid Esters with Varying Degrees of Esterification/ Kh. S. Shikhlaliev, N. . Stolpovskaya M. Yu. Krysin, A.V. Zorina, D. V. Lyapun, F.I Zubkov, K.Yu. Yankina // *Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 2016. – V. 93. – Is. 10. – pp. 1429-1440.

Исследования в области методов получения моноглицеридов позволили разработать два типа продукции – дистиллированные моноглицериды, полученные с использованием классической технологии молекулярной дистилляции и высококонцентрированные моноглицериды, в процессе получения которых энергоемкую стадию молекулярной дистилляции заменяют на более экономически выгодные варианты очистки. Также разработаны методики получения моноглицеридов с применением биокатализа.

Разработанная методика получения эфиров полиглицерина позволяет получать целый кластер эмульгаторов с широким интервалом значений гидрофильно-липофильного баланса, что в свою очередь позволяет в рамках одного класса получать эмульгаторы с различными функциональными свойствами.

Разработаны методики синтеза эфиров полиглицерина и эфиров сорбитана на основе отходов переработки растительных кислот – погонев жирных кислот, установлено, что по своим качественным характеристикам продукты на основе переработки растительных масел не уступают аналогичным продуктам, полученным из растительных масел.

Разработаны программа и методики экспериментальных исследований экспериментальных образцов эмульгаторов, включающие в себя методики с применением ГХ-МС-анализа (для определения жирно-кислотного состава, массовой доли глицерина), ИК-спектроскопии, ЯМР <sup>1</sup>H-спектроскопии (для

структурного анализа) и другие физико-химические методы, в том числе титриметрические, гравиметрические и потенциометрические.

С учетом результатов дополнительного патентного поиска была оценена патентоспособность результатов ПНИЭР в области разработки методов синтеза эфиров природных полиолов, в частности – эфиров полиглицерина. Была подготовлена и подана заявка на патент № 2016149545 от 16.12.2016 г «Способ получения эфиров полиглицерина и жирных кислот растительных масел».

На основе индивидуальных эмульгаторов получены эмульгирующие системы, эффективность эмульгирующего действия которых более чем на 15% превышает данный показатель для индивидуальных компонентов.

Исследованы потребительские свойства индивидуальных эмульгаторов, полученных на основе растительных масел и отходов их переработки, а также эмульгирующих систем при их применении в пищевых продуктах.

Организовано участие в мероприятиях, направленных на освещение и популяризацию промежуточных результатов ПНИЭР.

При проведении исследований было использовано оборудование ЦКП/ЦВТ (Центра высоких технологий) Белгородского государственного технического университета им. В.Г. Шухова и ЦКПНО «ВГУ», а также опубликованы две научные статьи в журналах, индексируемых в базе данных Web of Science и Scopus.

За счет внебюджетных средств, предоставленных индустриальным партнером (ОАО «ЭФКО»), проведены следующие работы: изучены потребительские свойства эмульгаторов на основе растительных масел при их применении в пищевых продуктах; изучены потребительские свойства эмульгаторов на основе отходов переработки растительных масел при их применении в пищевых продуктах; изучены потребительские свойства эмульгирующих систем при их применении в пищевых продуктах; разработаны лабораторные методики получения эмульгаторов на основе растительных масел с применением биокатализа; наработаны экспериментальные образцы эмульгаторов на основе растительных масел с применением биокатализа; проведены мероприятия по закупке оборудования и материалов, предназначенного для обеспечения исследований по теме ПНИЭР.

Работы по Соглашению о предоставлении субсидии от 27 октября 2015 г. № 14.577.21.0182 на этапе № 2 Плана-графика исполнены надлежащем образом, в соответствии с техническим заданием на выполнение ПНИЭР. Разработанная отчетная документация представлена согласно утверждённым Минобрнауки России «Методическим указаниям по оформлению отчётной документации». Научные исследования по данной тематике в России и мире находятся на начальной стадии и значительный вклад в ее развитие вносят работы авторов проекта. Экспериментальный и теоретический уровень ожидаемых результатов сопоставим с мировым, а по ряду позиций будет опережать отечественные и зарубежные разработки в смежных областях.