

Современные разработки в области пищевых эмульгаторов и их применение в пищевой промышленности: состояние и перспективы

Ксенафонтов Денис Николаевич

ООО «Зеленые линии»

Адрес: 143405, Московская область, город Красногорск, Ильинский тупик, дом 6 итк 35

E-mail: ksefontov@ssnab.ru

Вьюшинский Павел Александрович

ООО «Зеленые линии»

Адрес: 143405, Московская область, город Красногорск, Ильинский тупик, дом 6 итк 35

E-mail: vyushinskij@ssnab.ru

Загородников Константин Андреевич

ФГБОУ ВО «МГУПП»

Адрес: 125371, город Москва, Волоколамское шоссе, 11

E-mail: pss28@mail.ru

Якушев Алексей Олегович

ФГБОУ ВО «МГУПП»

Адрес: 125371, город Москва, Волоколамское шоссе, 11

E-mail: pss28@mail.ru

В настоящее время объемы потребления эмульгаторов в большой степени определяются развитием отраслей-потребителей пищевой промышленности: масложировой, хлебопекарной и кондитерской. При финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, Московский государственный университет пищевых производств, совместно с ООО «Зеленые линии» реализует проект «Разработка технологии и создание отечественного производства пищевых эмульгаторов путём глубокой переработки масложирового сырья»¹. В рамках проекта был проведен анализ уровня технических решений по существующим патентам на изобретения и полезные модели, заявкам на изобретения (защищенных в ведущих промышленно-развитых странах мира – России, Соединенных Штатах Америки, Японии, Кореи, Германии, Франции, Великобритании, Китае, Италии, Украине, Австрии, и опубликованным за период с января 1999 года по декабрь 2019 года). Параллельно, был разработан ряд устройств, позволяющие повысить эффективность технологических процессов по производству пищевых эмульгаторов (блок нейтрализации рапсового масла с обогреваемой центрифугой; блок глицеролиза гидрогенизированного масла с обогреваемым фильтром; блок гидрирования рапсового масла при использовании мешалки с магнитной муфтой). Совершенно очевидно, что создание новых технических решений и производственных технологий по разработке и производству современных эмульгаторов для пищевой промышленности представляется необходимым, что требует реализации подобных проектов на перманентной основе.

Ключевые слова: эмульгатор, разработка, техническое решение, производство, новизна, пищевая промышленность.

Введение

На фоне комплекса мер по техническому обновлению производственного потенциала, внедрению ресурсо- и энергосберегающих технологий, сокращающих потери на всех стадиях производства и

реализации готовой продукции современное состояние развития масложирового производства характеризуется наращиванием выпуска продукции (Пасынков, Дуванова, 2015, с. 102). Любая технологическая система развивается эволюционно, путем постепенного улучшения и обновления ее частей.

¹ Разработка технологии и создание отечественного производства пищевых эмульгаторов путем глубокой переработки масложирового сырья: отчет о патентных исследованиях / ФГБОУ ВО «МГУПП». М.: ФГБОУ ВО «МГУПП», 2019. 200 с.

При этом не только улучшение, но и поддержание технологического уровня требуют определенного обновления технологических цепей и нуждается в капитальных вложениях. Поэтому для эффективного технологического и технического развития отрасли важны новые технические решения и инвестиции, эффективность которых невозможна без современного рыночного механизма распространения и взаимодействия инноваций. Достижению таких научно-технических целей способствует реализация проектов в области разработки новых технологий производства пищевых эмульгаторов.

На сегодняшний день наибольшее количество технических решений, в области разработки пищевых эмульгаторов, направлено на повышение производительности способа обработки жиров и масел, улучшение биологических свойств продукта, улучшение органолептических свойств продукта, повышение стабильности эмульсии². Данные технико-экономические показатели имеют тенденцию к постоянному росту, что необходимо учитывать при разработке отечественного производства пищевых эмульгаторов с целью обеспечения их конкурентных преимуществ. Значительное число существующих технических решений направлено на упрощение технологии обработки жиров и масел, повышение экологичности способа обработки жиров и масел (Чумак, Гладкий 2006; Лукин, 2013, с. 15-20). Очевидно, что подобная тенденция предопределяет улучшение соответствующих показателей в ближайшей перспективе.

Реже патентуются результаты интеллектуальной деятельности, связанные с увеличением срока службы эмульсии, расширением ассортимента масложировых эмульсий. По всей видимости, это обусловлено тем, что данные показатели в меньшей степени соответствуют первоочередным требованиям потребителей, т.к. в данном случае исходят из предпосылки, что чем чаще изобретатели направляют свои усилия на улучшение какого-либо показателя объекта техники, тем более значим этот показатель для потребителей.

Проанализированный массив патентных документов по периодическим изданиям патентных ведомств и по полным описаниям по классам МПК, НПК, в области разработки пищевых эмульгаторов, позволяет выделить наиболее эффективные результаты интеллектуальной деятельности,

обладающие высоким показателем научно-технической значимости (относительной характеристики научно-технической ценности изобретения), которая характеризуется влиянием изобретения на технико-экономические показатели ТЭП продукции (т.е. на ее технический уровень)³. Нередко встречаются технические решения, направленные на улучшение не одного, а сразу нескольких технико-экономических показателей.

Для успешного выхода на рынок с какой-либо продукцией и сохранения на нем конкурентных преимуществ длительное время, необходимо исследовать тенденции развития отдельных видов продукции в конкретной стране или регионе. Одним из основных условий обеспечения конкурентоспособности продукции является обеспечение соответствия ее качества требованиям потребителей.

Информация об изобретениях и других объектах промышленной собственности становится доступной широкому кругу пользователей раньше (на 3–5 лет) появления на рынке продукции с использованием этих изобретений. Это позволяет прогнозировать ситуацию на рынке продукции на основе анализа патентной информации с некоторым упреждением во времени, достаточным для выработки необходимых управленческих решений.

Выявленные технические решения в основном относятся к пищевым эмульгаторам, произведенным путем глубокой переработки масложирового сырья, а также способам гидрирования масел и дистиллированных жирных кислот.

Соотношение числа заявок по странам-потребителям

Анализ общего количества заявок по исследуемой тематике по странам-заявителям в статике, к которым относятся наиболее промышленно-развитые страны мира – России, Соединенных Штатах Америки, Японии, Корею, Германии, Франции, Великобритании, Китае, Италии, Украине, Австрии позволил зафиксировать следующее их соотношение (Рисунок 1).

Если представить в процентном соотношении общее количество поданных заявок за последние 20 лет в патентные ведомства каждой из изучаемых стран, можно увидеть, что наибольшую заин-

² Нагорнов С.А., Дворецкий Д.С., Романцова С.В., Таров В.П. Техника и технологии производства и переработки растительных масел: учебное пособие. Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. 96 с.

³ Акаева Т.К., Петрова С.Н. Основы химии и технологии получения и переработки жиров: учебное пособие. Иваново: Ивановский государственный химико-технологический университет, 2007. Ч. 1. 124 с.

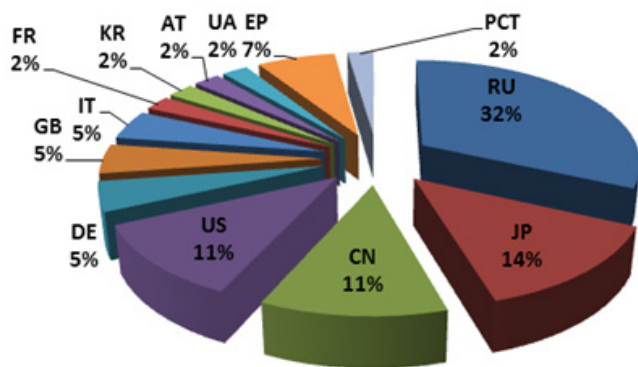


Рисунок 1. Соотношение числа заявок по странам-заявителям

интересованность в изучении глубокой переработки масложирового сырья проявляют российские авторы-разработчики Абрамзон А.А., Панкратов В.А., Паронян В.Х. Пулу наиболее известных авторов-разработчиков принадлежит преобладающая доля (32%) опубликованных в мире технических решений по исследуемой тематике.

Существенный интерес к изучаемой теме прослеживается у японских изобретателей – ими создано 14% мировых разработок, направленных на разработку пищевых эмульгаторов. 11% составляют китайские технические решения и 11% – разработки американских ученых. 5% принадлежат изобретателям из Германии, а также по 5% у изобретателей из Великобритании и Италии. 2% приходится на технические решения, оформленные с приоритетом во Франции, 2% – с приоритетом в Корее, 2% – с приоритетом в Австрии и 2% – с приоритетом на Украине. 7% приходится на технические решения с приоритетом в Европейском патентном ведомстве и 2% – разработки, оформленные в соответствии с международным договором о патентной кооперации (РСТ).

Перспективные направления исследований

Ведущими компаниями в разработке технологии производства пищевых эмульгаторов являются американская фирма Unilever bestfoods north am, датские фирмы Danisco и Soee joern borch, организация Unilever plc из Великобритании. В числе этих компаний присутствуют фирмы, наиболее активно патентующие технические решения и осваивающие национальные рынки продукции, а также те, которые обладают широким рынком реализации своей продукции во многих странах мира, что говорит о высокой актуальности исследуемой проблемы.

Наиболее значимым показателем тенденций применения каталитических процессов при глицеролизе жирных кислот, определяющим их конкурентоспособность, являются повышение производительности способа обработки жиров и масел, улучшение биологических свойств продукта, улучшение органолептических свойств продукта, повышение стабильности эмульсии. Реже патентуются результаты интеллектуальной деятельности, связанные с упрощением технологии обработки жиров и масел, повышением экологичности способа обработки жиров и масел. Тем не менее, данные показатели также важны для потребителя.

В рамках проведенного анализа тенденций и патентных разработок, было определено одно из перспективных направлений, которое актуально для дальнейшего развития. Этим направлением является глубокая переработка масложирового сырья. При финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, Московский государственный университет пищевых производств, совместно с ООО «Зеленые линии» реализует проект «Разработка технологии и создание отечественного производства пищевых эмульгаторов путём глубокой переработки масложирового сырья»

В рамках рассматриваемого проекта при разработке технологии глубокой переработки масложирового сырья использовано рапсовое масло. К основным причинам выбора данного направления относятся следующие:

- рапсовое масло относится к умеренно ненасыщенным (т.н. «полувысыхающим») маслам, оно хорошо гидрируется: как на никелевых, так и на палладиевых катализаторах. В результате переэтерификации получается смесь из 20–25 изомеров.
- одними из наиболее важных продуктов глубокой переработки растительных масел и жиров (в т.ч. – животных) являются т.н. «олигоглицериды» сложные моно- и ди- эфиры глицерина и карбоновых кислот – от уксусной (моноацетин и диацетин) до жирных кислот таких, как олеиновая (ц-С18:1), пальмитиновая (С16:0) и стеариновая (С18:0). Глицериды этих кислот являются наиболее существенными компонентами почти всех жиров. Молекулы данных олигоглицеридов содержат в себе гидрофобный остаток высшей жирной кислоты (в положении 1 или 2 глицерина) и гидрофильный остаток глицерина. Эти вещества обнаруживают спектр ценных химических свойств, имеющих применение в пищевой промышленности для изготовления эмульгаторов.

- одним из важных свойств является способность этих веществ образовывать и стабилизировать прямые и обратные эмульсии типа «масло в воде» и «вода в масле». Таким образом, эти соединения относятся к неионогенным поверхностно-активным веществам, которые в свою очередь применяются для изготовления продукции различного назначения.

Устройства, позволяющие повысить эффективность технологических процессов по производству пищевых эмульгаторов

В рамках выполнения работ по описываемому проекту к текущему моменту были разработаны несколько устройств, позволяющие повысить эффективность технологических процессов по производству пищевых эмульгаторов. К этим устройствам относятся:

- блок нейтрализации рапсового масла с обогреваемой центрифугой;
- блок глицеролиза гидрогенизированного масла с обогреваемым фильтром;
- блок гидрирования рапсового масла при использовании мешалки с магнитной муфтой.

Рассмотрим разработанные устройства более подробно.

Блок нейтрализации рапсового масла с обогреваемой центрифугой состоит из следующих основных элементов: двигатель, емкость, клапаны, воронка, трубопроводы, мешалка, циркуляционный насос, вакуумный насос, обогреваемая центрифуга (Рисунок 2).

Устройство работает следующим образом. Емкость вакуумируется, жидкое рапсовое масло засасывается в емкость, включаются мешалка с магнитной муфтой и вакуумный насос, масло нагревается до 110–120°C и циркулируется циркуляционным насосом для удаления влаги. После высушивания масла через воронку подачи сухих компонентов засасывается катализатор, емкость несколько раз продувается аргоном для удаления растворенного кислорода. Открывается подача водорода для создания рабочего давления (до 20 бар), включается нагреватель. Реакция проводится под температурным контролем. Первичный нагрев ведется до 120–140°C, затем смесь разогревается самопроизвольно благодаря экзотермическому эффекту при

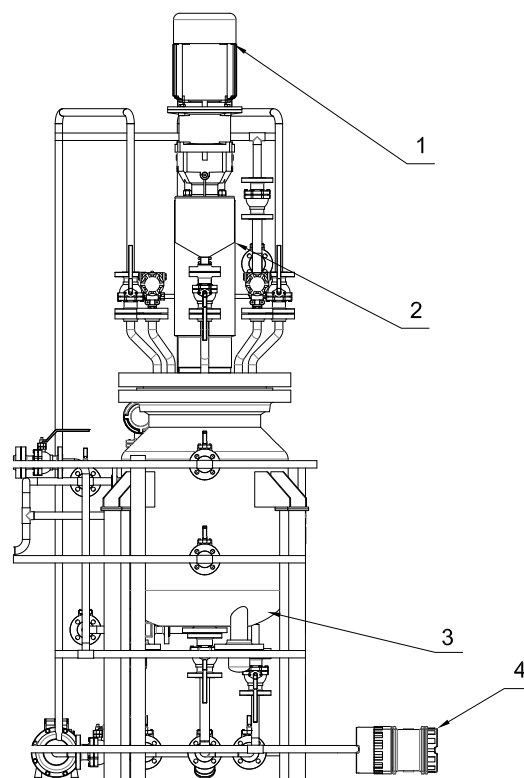


Рисунок 2. Блок нейтрализации рапсового масла: 1 – бак обогреватель, 2 – фильтр, 3 – емкость, 4 – обогреваемая центрифуга

поглощению водорода. Температура контролируется в пределах 200°C. После окончания реакции прекращается подача водорода, смесь охлаждается подачей теплоносителя (воды) в контур охлаждения. Охлаждение ведется до 100–105°C. Избыточное давление снимается путем стравливания в атмосферу. Емкость вакуумируется и несколько раз продувается аргоном для удаления растворенного водорода. Для осаждения катализатора через воронку подачи сухих компонентов засасывается отбельная глина, ведется перемешивание в течение 1 часа, затем смесь с температурой 90–100°C пропускается через фильтр для удаления отработанного катализатора и направляется на выгрузку или по обогреваемому трубопроводу в реакторы.

Технический эффект, обеспечиваемый рассматриваемым устройством, заключается в более эффективном насыщении масла водородом, улучшении растворения водорода в масле и увеличения скорости перемешивания рапсового масла.

Блок глицеролиза гидрогенизированного масла с обогреваемым фильтром состоит из следующих основных элементов: двигатель, емкость, клапаны, воронка, трубопроводы, мешалка, циркуля

Устройство работает следующим образом. Расплавленное гидрогенизированное рапсовое масло перекачивается в емкость извне (засасыванием с предварительным вакуумированием емкости). Включаются нагрев и перемешивание. Емкость вакуумируется и несколько раз продувается аргоном для удаления растворенного кислорода. В емкость подается рассчитанное количество воды, после чего смесь нагревается до 220–250°C и выдерживается в течение необходимого времени. После окончания реакции смесь охлаждается до 90–95°C, перемешивание выключается. После того как произойдет разделение жировой и водно-глицериновой фаз, последняя (нижняя) фаза сливается через кран выгрузки в нижней части емкости. В емкость заливается новая порция воды, процедура повторяется до этапа охлаждения смеси включительно. Вторая порция водно-глицериновой смеси сливается через кран выгрузки. Данная порция подвергается предварительной очистке от мелкодисперсных примесей шлама путём прямой фильтрации потока через обогреваемый фильтрующий элемент. Материал фильтрующего элемента должен быть устойчив к неполярным растворителям, выдерживать давление 30 бар и иметь размер пор 0,7–

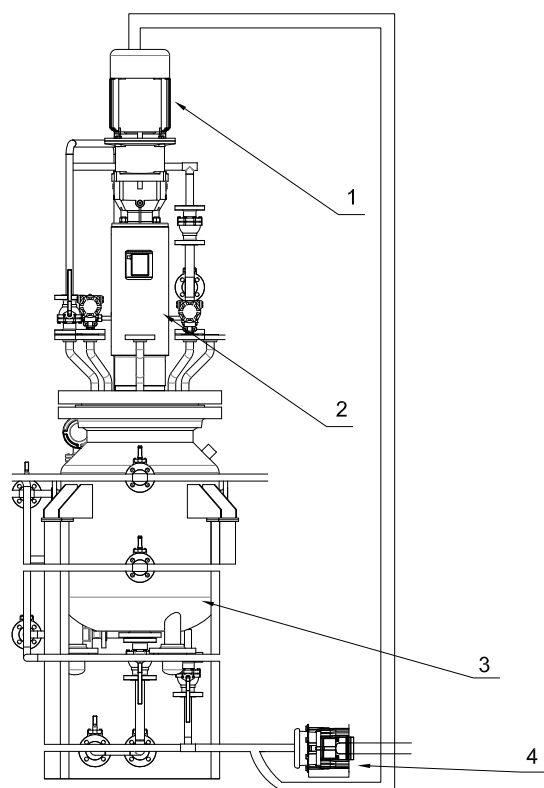


Рисунок 3. Блок глицеролиза гидрогенизированного масла: 1 – бак обогреватель, 2 – фильтр, 3 – емкость, 4 – обогреваемый фильтр

2 мкм. Продукты реакции (смесь жирных кислот) направляется на стадию молекулярной дистилляции. Благодаря стадии фильтрации, поступающий на молекулярную дистилляцию продукт не загрязняет систему и ускоряет данный процесс приводя к более качественному отделению целевых продуктов реакции.

Технический эффект, обеспечиваемый рассматриваемым устройством, заключается в повышении эффективности выделения шлама и других негативных продуктов химической реакции, что приводит к увеличению качества разделения шлама и продуктов реакции.

Блок гидрирования рапсового масла состоит из следующих основных элементов: двигатель, емкость, клапаны, воронка, трубопроводы, мешалка с магнитной муфтой, циркуляционный насос, вакуумный насос (Рисунок 4).

Устройство работает следующим образом. Емкость вакуумируется, жидкое рапсовое масло засасывается в емкость, включаются мешалка с магнитной муфтой и вакуумный насос, масло нагревается до 11–120°C и циркулируется циркуляционным насосом для удаления влаги. После высушивания масла через воронку подачи сухих компонентов засасывается катализатор, емкость несколько раз продувается аргоном для удаления растворенного кислорода. Открывается подача водорода для создания рабочего давления (до 20 бар), включается нагреватель. Реакция проводится под температурным контролем. Первичный нагрев ведется до 120–140°C, затем смесь разогревается самопроизвольно благодаря экзотермическому эффекту при поглощении водорода. Температура контролируется в пределах 200°C. После окончания реакции прекращается подача водорода, смесь охлаждается подачей теплоносителя (воды) в контур охлаждения. Охлаждение ведется до 100–105°C. Избыточное давление снимается путем стравливания в атмосферу. Емкость вакуумируется и несколько раз продувается аргоном для удаления растворенного водорода. Для осаждения катализатора через воронку подачи сухих компонентов засасывается отбельная глина, ведется перемешивание в течение 1 часа, затем смесь с температурой 90–100°C пропускается через фильтр для удаления отработанного катализатора и направляется на выгрузку или по обогреваемому трубопроводу в реакторы.

Технический эффект, обеспечиваемый рассматриваемым устройством, заключается в более эффективном насыщении масла водородом, улучшении

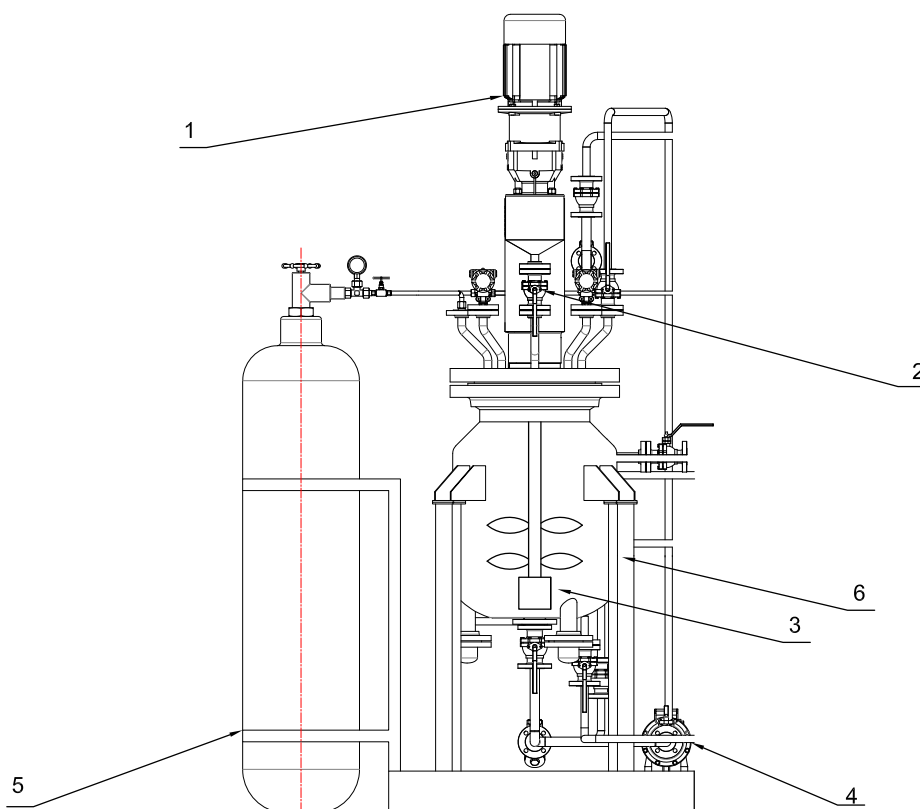


Рисунок 4. Блок гидрирования рапсового масла: 1 – нагревательно-насосное устройство, 2 – фильтр, 3 – мешалка с магнитной муфтой, 4 – насос, 5 – газовый баллон, 6 – емкость

растворения водорода в масле и увеличения скорости перемешивания рапсового масла.

Выводы

На современном этапе в мире широко развита – и продолжает интенсивно развиваться комплексная переработка масличных культур, которая заключается не только в получении растительных масел различного назначения, использующихся в пищевой промышленности; высших жирных кислот, использующихся в различных отраслях химической промышленности, а также глицерина пищевого и фармацевтического назначения, фосфолипидов, но и других химических соединений. В основе этой переработки лежат процессы гидрогенизации, переэтерификации и расщепления жиров.

Состояние развития масложирового производства характеризуется наращиванием выпуска продукции, что требует осуществления комплекса мер по техническому обновлению производственного потенциала, внедрению ресурсо- и энергосберегающих технологий, сокращающих потери на всех стадиях производства и реализации готовой

продукции. Любая технологическая система развивается эволюционно, путем постепенного улучшения и обновления ее частей. При этом не только улучшение, но и поддержание технологического уровня требуют определенного обновления технологических цепей и в этой связи нуждается в капитальных вложениях. Поэтому для нормального технологического и технического развития отрасли важны инвестиции, эффективность которых невозможна без современного рыночного механизма распространения и взаимодействия инноваций. Масложировая промышленность характеризуется неоднородностью технологического пространства, поэтому эффективность инновационных процессов отрасли полностью зависит от достижения большей однородности, т. е. отмирания устаревших и возникновения технологически прогрессивных производств. Неоднородность инновационных процессов определяет неравномерность научно-технического прогресса и экономического развития масложировой промышленности и наоборот.

Рапсовое масло хорошо подвергается гидрированию на катализаторах платиновой группы, а её дистилляция – сложный и весьма энергоёмкий процесс. Вакум-дистилляционные установки гро-

моздки – и требуют значительных объёмов производственных помещений и инвестиций в их оптимизацию. Представляется целесообразным изучение конкурентоспособности альтернативного пути: прямого химического синтеза целевых продуктов, что может позволить получать сразу продукт высокой чистоты, и как следствие значительно упростить выделение и очистку, а также повысить интенсивность производства.

Проекты, по примеру описанного выше, позволят достичь указанные ориентиры с максимальными практико-ориентированными акцентами, что актуализирует их востребованность не только для производственного сектора, но и для развития университетской науки.

Финансирование

Рассматриваемый проект реализуется при финансовой поддержке Министерства науки и высшего

образования РФ (Соглашение 075-11-2019-042 от «26» ноября 2019 г.).

Литература

- Лукин А.А. Основные направления совершенствования технологических процессов в масложировой промышленности // *Вестник Южно-Уральского государственного университета*. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2013. Т. 1. № 1. С. 15-20.
- О’Брайен Р. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение / пер. с англ. В.Д. Широкова, Д.А. Байбекина, Н.С. Селиванова, Н.В. Магды. 2-е изд. СПб.: *Профессия*, 2007. 752 с.
- Пасынкова О.М., Дуванова Ю.Н. Основные аспекты инновационной политики на перерабатывающих предприятиях // *Экономика. Инновации. Управление качеством*. 2015. № 4(13). С. 102.
- Чумак О.П., Гладкий Ф.Ф. *Научно-практические основы технологии жиров и жирозаменителей*. М.: НТУ ХПИ, 2006. 175 с.

Modern Developments in the Field of Food Emulsifiers and Their Application in the Food Industry

Denis N. Ksenafontov

LLC "Green lines"

6, Ilyinsky blind alley, Krasnogorsk city, Moscow region, 143405, building 6 itk 35

E-mail: ksenafontov@ssnab.ru

Pavel A. V'jushinskij

LLC "Green lines"

6, Ilyinsky blind alley, Krasnogorsk city, Moscow region, 143405, building 6 itk 35

E-mail: vyushinskij@ssnab.ru

Konstantin A. Zagorodnikov

Moscow State University of Food Production

11, Volokolamskoe highway, 11, Moscow, 125371, Russian Federation

E-mail: pss28@mail.ru

Aleksej O. Jakushev

Moscow State University of Food Production

11, Volokolamskoe highway, 11, Moscow, 125371, Russian Federation

E-mail: pss28@mail.ru

The consumption of emulsifiers is largely determined by the development of consumer industries in the food industry: fat and oil, bakery and confectionery nowadays. The interaction of emulsifiers with flour proteins strengthens the gluten, which leads to an increase in the plasticity of the dough, an improvement in porosity, crumb structure, and a slowdown in staling in the production of bakery products. In margarine, the effect of emulsifiers determines the shelf life, sprayability when heated, and taste. In the production of chocolate, chocolate glazes, the addition of an emulsifier reduces the viscosity and improves the fluidity of chocolate masses, due to the effect on the crystallization of cocoa butter. The addition of emulsifiers to milk powder, cream powder, soups facilitates and accelerates the dilution of dry products in water. Emulsifiers are used to distribute water-insoluble flavors, essential oils, and spice extracts in beverages and food. With the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, the Moscow State University of Food Production, together with OOO Zelenye Linii, is implementing the project "Development of technology and creation of domestic production of food emulsifiers by deep processing of fat and oil raw materials." An analysis of the level of technical solutions for the identified patents for inventions and utility models, applications for inventions protected in the leading industrialized countries of the world - Russia, the United States of America, Japan, Korea, Germany, France, Great Britain, China, Italy, Ukraine, Austria, practically published between January 1999 and December 2019. Some devices were developed within the framework of the project to improve the efficiency of technological processes for the production of food emulsifiers (a unit for neutralizing rapeseed oil with a heated centrifuge, a unit for glycerolysis of hydrogenated oil with a heated filter, a unit for hydrogenating rapeseed oil using a stirrer with a magnetic coupling). The creation of new technical solutions and technologies for the development and production of modern emulsifiers for the food industry is the area of our research in particular, in the direction of fat and oil production.

Keywords: emulsifier, development, technical solution, production, novelty, food industry

References

Chumak O.P., Gladkii F.F. Nauchno-prakticheskie osnovy tekhnologii zhirov i zhirozamenitelei [Scientific and practical bases of technology of fats and fat substitutes]. Moscow: NTU KhPI, 2006. 175 p.

Lukin A.A. Osnovnye napravleniya sovershenstvovaniya tekhnologicheskikh protsessov v maslo-zhirovoy promyshlennosti [The main directions of improving technological processes in the fat and oil industry]. Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the

- South Ural State University], 2013, vol. 1, no. 1, pp. 15–20.
- O’Braien R. Zhiry i masla. Proizvodstvo, sostav i svoistva, primenenie [Fats and oils. Production, composition and properties, application]. 2nd ed. S-Petersburg: Professiya, 2007. 752 p.
- Pasynkova O.M., Duvanova Yu.N. Osnovnye aspekty innovatsionnoi politiki na pererabatyvayushchikh predpriyatiyakh [The main aspects of innovation policy in processing plants]. *Ekonomika. innovatsii. Upravlenie kachestvom* [Economy. Innovation. Quality control], 2015, no. 4(13), p. 102.