

ТАШЫБАЕВА МАРЖАН МЕЙРАМБЕКҚЫЗЫ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИНКАПСУЛИРОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

АННОТАЦИЯ

на диссертационную работу PhD - докторанта Ташыбаевой М.М. на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 8D07101- Технологические машины и оборудование

Актуальность работы. В Послании Президента Республики Казахстан Касым - Жомарта Токаева народу Казахстана «Экономический курс справедливого Казахстана» говорится: «Вокруг Казахстана огромные рынки сбыта, которые нуждаются в качественных продуктах питания. Стратегическая цель нашей страны – стать одним из ведущих аграрных центров Евразийского континента. Это невозможно без поэтапного перехода от первичного производства к выпуску продукции более высоких переделов. Задача – в течение трех лет увеличить долю переработанной продукции в АПК до 70%. Это реальная задача. Нужно стимулировать людей перерабатывать продукцию». Новая парадигма экономического развития Казахстана будет основана на эффективном использовании наших конкурентных преимуществ, а также раскрытии потенциала всех ключевых факторов производства – труда, капитала, ресурсов и технологий. Перед нами стоит еще одна задача – добиться реального прорыва в агропромышленном комплексе. Мы должны сделать настоящий рывок в агропромышленном комплексе. В настоящее время основой устойчивого развития агропромышленного комплекса государства является увеличение объемов выращивания и производства сельскохозяйственной продукции. В результате перед нами стоит цель полностью удовлетворить спрос на внутреннем рынке, сократить количество импорта и увеличить объемы экспорта. Приоритетом национального проекта станет формирование 7 экосистем вокруг крупных инвестиционных проектов, включая производство и переработку мяса, фруктов, овощей, сахара, зерновых, масличных культур, молочной продукции. Данная программа разработана Правительством Республики Казахстан совместно с национальной программой развития агропромышленного комплекса, основным оператором которой является министерство сельского хозяйства Республики Казахстан.

Здоровье человека, как и качество его жизни во многом определяется качеством потребляемой пищи. Пища должна содержать все необходимые вещества для нормального функционирования организма человека. В наше время большое количество людей из-за несбалансированного питания, малоподвижного образа жизни и нарушенного режима страдают болезнями желудочно - кишечного тракта. В последнее время в целях повышения и поддержания иммунитета человека, широко применяют пробиотики, так как они благотворно влияют на микрофлору человека. Пробиотики улучшают

пищеварение, повышают устойчивость к инфекционным заболеваниям и проявляют терапевтический эффект при острых кишечных инфекциях. Благотворное влияние пробиотиков на организм человека определяется положительными свойствами микроорганизмов, входящих в состав пробиотиков. Пробиотики позволяют не только поддерживать баланс бактериальной микрофлоры, но и оздоравливают весь организм в целом.

Чтобы сохранить необходимые полезные свойства кисломолочных бактерий, в том числе пробиотиков, необходимо поместить их в кишечнорастворимые капсулы. Помещение пробиотиков в капсулу позволяет защитить их от кислотной среды желудка, тем самым открывая путь к новейшим технологиям функциональных продуктов. При этом, кислотная среда в желудке не должна разрушать капсулы более 2 часов, но при попадании капсулы в кишечник, она должна раствориться, не выдержав и 7 минут. Разрушаясь, капсула будет выпускать наружу необходимые полезные вещества.

Вопрос получения капсул высокого качества, с заданными свойствами и характеристиками, которые растворяются в необходимой среде, сохраняют свой терапевтический эффект, и к тому же, соответствуют требованиям потребителя (удобство использования, эффективность, приемлемая стоимость), до сих пор остается открытым. Принимая во внимание ухудшение экологической обстановки, малоподвижный образ жизни, неправильное питание, недостаточность питания во многих регионах, направление по созданию капсулированных функциональных продуктов является актуальным направлением развития биотехнологии во всем мире.

В разработанном капсульном оборудовании капсулы, полученные капельным методом с помощью инжекторной фильеры, имели большой диаметр, малую производительность. Поэтому поставлена задача усовершенствовать установку для получения капсул функционального продукта, позволяющего автоматизировать процесс получения капсул с пробиотиками. Оптимальным решением такой задачи является совершенствование установки для капсулирования методом распыления с применением шестеренчатого насоса и центробежной форсунки. Проведенные эксперименты показали, что оптимальным является совершенствование установки путем подачи давления шестеренчатым насосом в процессе инкапсуляции, с применением центробежной форсунки методом распыления.

Решение поставленных задач в данной работе основывается на изучении фундаментальных трудов Н.Е. Федорова, А. В. Горбатова, В. В. Кафарова. Научно - методической основой настоящего исследования послужили труды ученых в области реологии пищевых масс, технологии пищевых производств, пищевого машиностроения, инкапсулирования, а именно В.Д. Солодовника, П.Ф. Овчинникова, В.Д. Косого, Ю.А. Мачихина, С.А. Мачихина, Е.В. Ильюшенко, А.К. Какимов.

Актуальным вопросом данной диссертационной работы стали перспективные направления развития многих отраслей агропромышленного комплекса, в том числе усовершенствование установки для капсулирования пробиотиков с помощью центробежной форсунки и шестеренчатого насоса.

Цель диссертационной работы - совершенствование установки для инкапсулирования пищевых продуктов, получение капсул методом распыления через центробежную форсунку.

В соответствии с поставленной целью в работе определены следующие **задачи**:

- организация объектов исследования на основе литературного обзора, определение оптимальных путей совершенствования установки для капсулирования;
- разработка реологических и математических моделей взаимодействия гелеобразующих смесей с рабочими органами установки;
- изучение технических характеристик и выбор режимов работы в зависимости от конструктивных параметров установки;
- разработка инженерной методики расчета рабочих органов установки для капсулирования пищевых продуктов;
- внедрение результатов исследований и проведение производственных испытаний.

Объекты исследования. Центробежные форсунки установки для капсулирования; водный раствор гелеобразующей смеси.

Предмет исследования.

1. Определение вязкости водного раствора гелеобразующей смеси;
2. Определение гранулометрического состава капсул;
3. Подготовка проб капсул;
4. Методика измерения диаметра форсунок;
5. Методика выдачи энергетических характеристик установки;
6. Определение производительности опытной установки.

Научная новизна работы:

разработана реологическая и математическая модели взаимодействия гелеобразующей смеси с рабочими органами установки;

установка для производства капсулированной продукции получен патент Республики Казахстан на полезную модель № 9093;

изучены технические характеристики и выбраны режимы работы в зависимости от конструктивных параметров установки;

разработана инженерная методика расчета рабочих органов установки для капсулирования пищевых продуктов;

определены рациональные технологические режимы получения капсул при использовании предложенной центробежной форсунки, позволяющие получить стабильные структурно - механические характеристики и технологические параметры полученных капсул.

Основные положения выносимые на защиту:

- усовершенствованная установка и схемы центробежных форсунок для инкапсуляции и системы организации методов исследования объектов;
- предложены реологическая и математическая модели взаимодействия гелеобразующей смеси с рабочими органами установки;
- технические характеристики и результаты режимов работы установки в зависимости от ее конструктивных параметров;

- уравнения методики инженерного расчета рабочих органов установки для капсулирования пищевых продуктов.

Научная и практическая значимость работы. На основании комплекса исследований, проведенных в лабораторных и производственных условиях, показано получение капсул методом распыления через центробежную форсунку на установке для капсулирования пищевых продуктов. Техническое решение подтверждено на основании патента РК № 9093 на полезную модель. Проведены промышленные апробации и производственные испытания в условиях ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий (отдел Сибирского научно - исследовательского института сыроделия)», г. Барнаул и Семипалатинского филиала ТОО «Казахский научно - исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности».

Личный вклад автора. Обоснование и выбор конструкции установки для инкапсуляции, математическое моделирование потока жидкости через отверстия, инженерная методика расчета рабочих органов, разработка операторских и технологических схем, проверка адекватности математической модели.

Апробация практических результатов. Основные положения и результаты работы доложены на международных научно-практических конференциях: «Преобразование агропромышленного комплекса Казахстана в мировой продовольственный хаб: предпосылки и перспективы» (г. Семей, 2022 г.); «Казахстан - Холод 2022» (г. Алматы, 2022 г.); «Казахстан - Холод 2023» (г. Алматы, 2023 г.); «Перспективные направления развития аграрной и пищевой промышленности» (г. Семей, 2023 г.); «Сборник материалов конкурса постерных докладов среди докторантов Университета имени Шакарима г. Семей» «Shakarim Poster Event – 2024» (Семей, 2024).

Публикации. По теме диссертационной работы опубликованы 16 печатных работ: 7 статей в международных конференциях, 1 статья в журналах ближнего зарубежья, 4 статьи в изданиях рекомендуемых Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан; 2 статьи в научных журналах с ненулевым импакт фактором (базы данных Scopus и Web of Science); 1 аналитический обзор, 1 патент на полезную модель Республики Казахстан.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Основное содержание работы изложено на 114 страницах текста компьютерного набора, содержит 68 рисунков, 9 таблиц, список литературы включает 95 источника и 5 приложений.

Оценка полноты решений поставленных задач. По итогам диссертационной работы можно считать, что цели и задачи достигнуты:

1. В зависимости от цели диссертационной работы разработана математическая, реологическая модель гелеобразующей смеси, изучены закономерности формирования сил взаимодействия жидкости с центробежной форсункой.

2. Разработана инженерная методика расчета рабочих органов установки для капсулирования.

3. При зависимости вязкости гелеобразующей смеси от концентрации раствора альгината натрия при различных температурах, при температуре 40 С°, величина вязкости изменяется незначительно для частоты вращения ротора, получена оптимальная температура использования раствора 40 С°.

4. При высокой частоте вращения шестеренчатого насоса 39,3 с⁻¹, 47,6 с⁻¹ снижается вязкость гелеобразующей смеси, диаметры форсунки 0,7×10⁻³м, 1,0×10⁻³м, 1,2×10⁻³м пропускная способность, повышается производительность.

5. Проводя анализ капсул, оптимальным был выбран 3-й образец с диаметром центробежного отверстия форсунки d=1,2×10⁻³м, при этом в качестве материала для инкапсулирования была принята концентрация 1% альгината натрия, средний диаметр полученной капсулы составлял 1,4×10⁻³м.