

## **О Т З Ы В**

официального оппонента доцента кафедры «Технологические машины и оборудование» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный технический университет», доктора технических наук, доцента Максименко Юрия Александровича на диссертационную работу Саранова Игоря Александровича «Научное обеспечение развития процессов распылительной сушки и агломерации концентратов цикория и ячменного солода при получении продуктов функционального назначения», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальностям 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств» и 05.18.01 – «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства»

### **Актуальность работы**

С учетом основных задач Государственной программы развития АПК РФ, которая направлена на повышение конкурентоспособности российской растениеводческой продукции, актуальны исследования по совершенствованию технологий комплексной переработки отечественных сырьевых источников с максимальным сохранением их пищевой и биологической ценности и создание на их основе продуктов питания функционального назначения. В настоящее время перспективны технологические решения для обогащения кондитерских изделий функциональными макро- и микронутриентами (витамины, микроэлементы, пищевые волокна, органические кислоты и др.), в том числе получаемых при переработке отечественных сырьевых источников растительного происхождения. Решать проблему несбалансированности состава кондитерских изделий в диссертационной работе Саранова И.А. предложено за счет совершенствования процессов сушки концентратов цикория (КЦ), ячменного солода (КЯС) с получением агломерированных фракций для их использования при создании обогащённых кондитерских изделий.

Диссертационная работа выполнялась в ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» на кафедре «Технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств» в соответствии с тематикой НИР кафедры «Разработка энерго- ресурсосберегающих и экологически чистых технологий переработки сельскохозяйственного сырья в конкурентоспособные хлебобулочные, кондитерские, макаронные, зерновые и крупяные продукты на основе медико-биологических воззрений» (госрегистрация № 01201253868).

Вышеизложенное позволяет утверждать, что диссертационная работа Саранова И.А., посвящённая развитию процессов распылительной сушки и созданию обогащённых кондитерских изделий на их основе, является актуальной и имеет важное теоретическое и прикладное значение.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Научные положения, выводы и рекомендации, содержащиеся в диссертационной работе основываются на фундаментальных физических законах и не противоречат им.

Научные положения, выводы и рекомендации хорошо согласуются с теоретическими концепциями, общепринятыми в данной области исследований.

Разработанная математическая модель исследуемых процессов сушки и агломерации подтверждается проведением комплекса экспериментальных исследований. В ходе исследований автором использованы современные методики при организации экспериментальных исследований, методы и средства проведения измерений. Многократное проведение экспериментов и частые замеры параметров во время проведения опытов не дают оснований для сомнения в достоверности полученных результатов.

Степень достоверности результатов проведённых исследований подтверждается проработкой литературных источников по теме диссертации, грамотной постановкой экспериментальных исследований, применением современных инструментальных методов анализа, публикацией основных положений диссертации.

Для математической обработки результатов исследований использованы прикладные компьютерные программы. Полученные математические зависимости адекватны экспериментальным данным, что подтверждено статистической обработкой результатов измерений.

Кроме того, достоверность результатов и выводов работы подтверждена промышленными испытаниями предлагаемых технических и технологических решений в производственных условиях ОАО «Молоко» г. Валуйки и ОАО «Кондитерский Комбинат «Кубань» г. Тимашевск. Основные положения, выводы и рекомендации доложены на научно-технических конференциях.

С учётом изложенного, считаю, что научные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы Саранова И.А. достоверны и обоснованы.

### **Научная новизна диссертации**

В диссертационной работе изучены кинетические закономерности процессов сушки и агломерации концентратов цикория и ячменного солода, определены формы связи влаги с материалами.

Соискателем разработана математическая модель процесса агломерации, позволяющая подбирать рациональные концентрации твёрдых и жидких частиц в камере распылительной сушилки, рассчитывать необходимый путь и длительность совместного взаимодействия твёрдых частиц и жидких капель и оценивать количество образующихся агломератов.

Создана математическая модель конвективной сушки полидисперсных жидкой и твёрдой фаз агломератов после камеры жидкостно-капельного орошения, которая сопряжена с процессами образования агломератов и позволяет описать локальные характеристики гетерогенных потоков: температуру, расход.

В ходе исследований установлены зависимости изменения равновесных влажностей полученных порошков и агломератов цикория и ячменного солода от относительной влажности среды, позволяющие определить условия хранения и эффективной агломерации.

### **Общая характеристика работы**

Диссертация состоит из введения, пяти глав, основных выводов и результатов, списка литературы и приложений. Работа изложена на 183 страницах машинописного текста, содержит 88 рисунков и 28 таблиц. Список литературы включает 150 наименова-

ний.

*Во введении* проанализировано современное состояние пищевой промышленности РФ, обоснована актуальность диссертационной работы, сформулирована цель и аргументирована научная новизна исследований, показана практическая значимость полученных результатов, представлены научные положения, выносимые на защиту.

*В первой главе* проанализировано современное состояние теории, техники и технологии производства порошкообразных пищевых продуктов и пралиновых конфет, осуществлён выбор и анализ объектов исследования.

*Во второй главе* представлены результаты изучения реологических свойств объектов исследования. Установлены рациональные параметры диспергирования продуктов в рабочий объем сушильной камеры. Проведен комплекс экспериментально-аналитических исследований и установлены теплофизические характеристики объектов сушки. Определены формы связи влаги с материалом. Исследована кинетика процессов плавления и кристаллизации кокосового масла и жира лауринового как структурообразующих компонентов.

*В третьей главе* представлены результаты моделирования совокупных процессов сушки и агломерации в камере жидкостно-капельного орошения распылительной сушилки. Установлены рациональные параметры агломерирования и сушки объектов исследования на основе численного решения математической модели теплообмена в камере сушилки. Рассмотрена первая начально-краевая задача конвективного охлаждения конфетного жгута в виде дифференциального уравнения теплопроводности, начального условия и граничного условия первого рода.

*В четвертой главе* представлены результаты экспериментальных исследований процессов получения сухих агломерированных концентратов цикория и ячменного солода для их применения в технологии пралиновых масс. Исследованы физико-химические, физико-механические и гигроскопические свойства порошков и агломератов. Определены рациональные условия для пневмотранспортирования, дозирования, хранения порошков. Установлена зависимость пластической прочности от температуры и определены рациональные температуры формования и резания конфетных жгутов.

*В пятой главе* представлена разработанная установка для сушки и агломерации пищевых сред, произведён эксергетический анализ и создана система автоматического управления установкой для обеспечения эффективной агломерации частиц продукта при рациональном режиме и снижения энергетических затрат на проведение процесса.

В ходе графической оптимизации установлена область рациональных параметров для технологии приготовления конфет типа пралине.

*Выводы* отражают основные результаты диссертационной работы.

### **Практическая значимость диссертации**

В диссертационной работе проведена комплексная оценка теплообменных процессов при агломерации и сушке исследуемых пищевых концентратов. Разработанный автором методологический подход к созданию эффективной технологии распылительной сушки, совмещённой с процессом агломерации в одной камере имеет соответствующее аппаратное оформление (пат. РФ № 2570536, пат. РК № 30569). Разработанная технология конфет типа пралине позволила создать рецептуру конфет типа пралине «Солодушка» с повышенной пищевой и биологической ценностью. Предложена математическая модель для расчета температурных профилей в сечениях жгутов, отформованных пралиновых масс. Разработана программа для

ЭВМ «Программа для моделирования эволюции температурных полей в конкетном жгуте при его охлаждении» (свидетельство РОСПАТЕНТА о гос. регистрации № 2016616835).

В ходе исследований выполнен эксергетический анализ совмещённых технологий сушки и агломерации исследуемых концентратов, свидетельствующий о повышении термодинамического КПД предлагаемого способа производства агломерированных порошков, выявлены направления его совершенствования. Сформулированные теоретические положения и практические выводы могут быть использованы при организации научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ на пищевых предприятиях, отраслевых НИИ и в учебном процессе.

Сарановым И.А. доказан экономический эффект от промышленного внедрения предлагаемых технологических и конструкторских решений. Техническая новизна предложенных решений отражена в патентах на изобретения. Практическая значимость работы доказана продажей лицензии на право использования интеллектуальной собственности по патенту на изобретение РФ № 2570536.

### **Публикация основных результатов диссертации**

По теме диссертационной работы опубликовано 16 работ, в том числе 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ, получен 1 патент на изобретение РФ и 1 патент на изобретение РК и свидетельство Роспатента о регистрации программ для ЭВМ.

### **Соответствие автореферата основным положениям диссертации**

Автореферат полностью отражает содержание диссертации, написан кратко и хорошо оформлен. Между ними нет противоречий и разночтений.

### **Степень завершенности работы**

Диссертационная работа представляет собой завершенное научное исследование. Она обладает логическим единством, все ее элементы служат достижению поставленной цели.

### **Замечания к диссертации:**

1. Определённые автором в ходе лабораторных исследований рациональные режимные параметры агломерации и обезвоживания полидисперсных частиц (глава 4) требуют корректировки для организации процесса промышленной сушки исследуемого сырья?

2. Исследования гигроскопических характеристик агломерированных и порошкообразных полуфабрикатов проводились при температуре 30°C, однако температура хранения полуфабрикатов составляет не выше 18 С.

3. Исследования гигроскопических характеристик объектов сушки следовало бы выполнить для всего диапазона изменения их температуры, с учетом температуры продукта на выходе из сушильной камеры в сборнике для сухого материала, которая далее меняется при проведении последующих технологических операций, фасовке, упаковке, транспортировке и др.

4. Сухие порошкообразные полуфабрикаты обладают высокой гигроскопичностью, что проявляется в тенденции к аутогезии частиц порошка во влажной атмосфере с образованием комков. Дополнительно, следовало бы провести исследования с целью определения рациональных промежутков времени для выполнения последующих технологических операций в зависимости от относительной влажности и температуры воздуха рабочих зон.

5. Для промышленного внедрения предлагаемой технологии, оценки объема требуемых инвестиций и экономической эффективности необходимо скорректировать капитальные затраты с учетом затрат на изготовление, проектирование, поставку, монтаж и пуск/наладку комплекта технологического оборудования.

6. Требуется пояснить, какие конструктивные особенности разработанной автором сушильной установки позволяют снизить энергозатраты на осуществление процессов сушки и агломерации и почему?

7. В диссертационной работе следовало бы обосновать ограничения по управляемым переменным при микропроцессорном управлении установкой для сушки и агломерации пищевых сред (раздел 5.1.3) и уточнить средства автоматизации для контроля и регулирования технологическими параметрами.

8. Автором получены зависимости для определения вязкости исследуемых материалов от влажности, температуры и градиента скорости сдвига. Дополнительно, следовало бы проанализировать зависимость плотности исследуемых материалов от влажности, так как этот параметр требуется учитывать при выборе способа и режимов распыления жидких материалов.

9. Предложенную оригинальную конструкцию сушильной установки, оснащенную разработанной соискателем системой автоматического управления, следовало бы сопоставить с традиционными установками распылительной сушки с учетом ряда показателей, например, удельной влагонапряженности рабочего объема сушильной камеры, удельных энергетических затрат при эксплуатации, стоимости установки, габаритных размеров, характера взаимодействия потоков в сушилке и др.

10. В библиографическом списке содержатся устаревшие литературные источники.

11. В работе встречаются стилистические неточности и опечатки.

Приведенные замечания не снижают ценности и общей положительной оценки диссертационной работы, выполненной на высоком научном уровне.

### **Общее заключение**

Диссертационная работа «Научное обеспечение развития процессов распылительной сушки и агломерации концентратов цикория и ячменного солода при получении продуктов функционального назначения» Саранова Игоря Александровича представляет собой актуальное и завершенное научное исследование.

В работе представлены научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых внесет значительный вклад в развитие теории и практики процессов сушки и агломерации пищевых растительных материалов и производства продуктов питания функционального назначения. Диссертация обладает научной новизной, теоретической и практической значимостью, внутренним единством и является научной квалификационной работой.

Диссертация соответствует профилю специальностей 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств» и 05.18.01 – «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства».

На основании изложенного считаю, что диссертационная работа **«Научное обеспечение развития процессов распылительной сушки и агломерации концентратов цикория и ячменного солода при получении продуктов функционального назначения»**, как научно-квалификационная работа удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор **Саранов Игорь Александрович** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств», 05.18.01 – «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства».

Официальный оппонент,  
Доктор технических наук, доцент,  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Астраханский государственный  
технический университет», доцент кафедры  
«Технологические машины и оборудование»

Ю.А. Максименко

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Адрес: 414025 г. Астрахань ул. Татищева д. 16.  
E-mail: amxsl@yandex.ru.  
Тел. 8(903) 349-12-12.

