

21-1691

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

**С.А. Соколов, Ю.А. Катанаева, Н.Н. Севаторов,  
О.В. Яковлев, А.А. Яшонков**

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ  
ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ С  
ВЫСОКОЙ ДОБАВЛЕННОЙ  
СТОИМОСТЬЮ ИЗ ОТХОДОВ  
ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

**МОНОГРАФИЯ**



**Донецк - Керчь  
2020**

21-01691

**С.А. Соколов, Ю.А. Катанаева, Н.Н. Севаторов,  
О.В. Яковлев, А.А. Яшонков**

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ПОЛУЧЕНИЯ  
КОМПОНЕНТОВ С ВЫСОКОЙ ДОБАВЛЕННОЙ  
СТОИМОСТЬЮ ИЗ ОТХОДОВ ПИЩЕВЫХ  
ПРОИЗВОДСТВ**

**Монография**

**2020**

УДК 663.031:664

ББК 36.81

С56

**Рецензенты:**

**Заплетников И.Н.** - д.т.н., профессор, зав.кафедрой оборудования пищевых производств ГО ВПО "Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского";

**Дейнека И.Г.** - д.т.н., профессор, зав.кафедрой легкой и пищевой промышленности ГОУ ВО "Луганский государственный университет имени В.Даля";

**Фалько А.Л.** - д.т.н., профессор кафедры процессов и аппаратов пищевых производств ФГБОУ ВО "Керченский государственный морской технологический университет"

**Авторы:**

**Соколов С.А., д.т.н., доцент, Катанаева Ю.А., Севаторов Н.Н., к.т.н., доцент, Яковлев О.В., к.т.н., доцент, Яшонков А.А., к.т.н., доцент.**

**С56** Современные процессы получения компонентов с высокой добавленной стоимостью из отходов пищевых производств [монография] / Соколов С.А., д.т.н., доцент, Катанаева Ю.А., Севаторов Н.Н., к.т.н., доцент, Яковлев О.В., к.т.н., доцент, Яшонков А.А., к.т.н., доцент.: - 2020. - 148 с.

Монография посвящена актуальному вопросу – разработке процессов и технологии ресурсосберегающей переработки отходов пищевых производств в компоненты с высокой добавленной стоимостью на примере томатного производства. Эти отходы являются не только ценным кормовым продуктом, но, как правило, содержат в себе недоиспользуемые соединения, представляющие большой интерес для последующего использования при производстве функциональных продуктов питания или в качестве адъювантов в лекарственных и фармацевтических препаратах. Показано, что инновационные методы СКВЭ и ЭВД имеют существенные преимущества перед традиционными способами экстрагирования в плане увеличения скорости и глубины извлечения каротиноидов из отходов томатного производства, что является решением проблемы рационального использования первичных сырьевых ресурсов, комплексной переработки и безопасной утилизации вторичных сырьевых ресурсов. Применение субкритической воды в технологиях экстрагирования увеличивает содержание каротиноидов в экстракте на порядок, позволяя получать водные растворы неполярных веществ, к которым относится ликопин. Установлено, что принудительная и естественная конвекция влияют на процесс ЭВД, что дает возможность интенсифицировать его за счет применения дополнительных факторов, способных вызвать принудительную конвекцию (ультразвук и температура).

Рекомендовано к публикации научно-техническим советом ФГБОУ ВО

«КГМТУ» (протокол № 8 от 20.10.2020 г.)

ISBN 978-5-6044495-5-4

© Соколов С.А., Катанаева Ю.А., Севаторов Н.Н., Яковлев О.В., Яшонков А.А., 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>5</b>
<b>РАЗДЕЛ 1. СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ С ВЫСОКОЙ ДОБАВЛЕННОЙ СТОИМОСТЬЮ ИЗ ОТХОДОВ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b>	<b>9</b>
1.1. Пищевые отходы как природный источник ценных соединений	11
1.2. Физические и химические свойства томатов	13
1.3. Каротиноиды и особые случаи ликопин и $\beta$ -каротин	16
1.4. Технологии получения каротиноидов из растительных отходов, промышленных и послеуборочных материалов	18
1.5. Предварительная обработка перед экстракцией	22
1.6. Инновационные процессы экстрагирования каротиноидов	31
1.6.1. Экстрагирование субкритической водой	31
1.6.2. Экстрагирование высоким гидростатическим давлением (ЭВГД)	34
<b>РАЗДЕЛ 2. МЕТОДИКО-АППАРАТУРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ТОМАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА</b>	<b>38</b>
2.1. Предметы и материалы исследований	38
2.1.1. Каротиноидные пигменты плодов томата и методы их определения	39
2.1.2. Структура каротиноидов	40
2.1.3. Свойства каротиноидов	41
2.1.4. Структура хлорофиллов	43
2.1.5. Свойства хлорофиллов	44
2.2. Методы исследований	46
2.2.1. Общепринятые и адаптированные к задачам методы исследований свойств сырья и получаемых экстрактов	46
2.2.2. Методика эксперимента по определению общей фракции каротиноидов	48
2.2.3. Адаптация возможностей цифровой микроскопии для определения относительного содержания каротиноидов	49
2.2.4. Адаптация возможностей абсорбционной спектрофотометрии для определения относительного содержания каротиноидов	49
2.3. Методические приёмы предварительной подготовки сырья для экстрагирования каротиноидов	54
2.3.1. Аппаратурное обеспечение процесса сушки томатных выжимок	55
2.3.2. Методика проведения экспериментов с использованием сушильной установки с циркуляционным контуром	58

2.3.3 Методика проведения экспериментов с использованием сушильной установки с псевдооживленным слоем	59
2.4. Методико - аппаратное обеспечение исследований экстрагирования субкритической водой	60
2.5. Статистическая обработка экспериментальных данных	64
<b>РАЗДЕЛ 3. РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПРИМЕНИМОСТИ ИСХОДНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ КАРОТИНОИДОВ</b>	65
3.1. Определение содержания каротиноидов в плодах томата методом цифровой микроскопии	66
3.2. Определение относительного содержания каротиноидов в плодах томата методом абсорбционной спектрофотометрии	70
<b>РАЗДЕЛ 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ СУБКРИТИЧЕСКОЙ ВОДОЙ</b>	76
4.1. Предварительная подготовка сырья для экстрагирования каротиноидов из томатных выжимок	77
4.2. Экстрагирование каротиноидов субкритической водой	79
4.3. Разработка математической модели процесса экстрагирования каротиноидов субкритической водой	82
<b>РАЗДЕЛ 5. ЭКСТРАГИРОВАНИЕ КАРОТИНОИДОВ ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ</b>	89
5.1 Теоретические предпосылки использования высокого давления для интенсификации экстрагирования	89
5.2. Методико-аппаратное обеспечение для экспериментальной оценки применимости высокого давления в качестве интенсифицирующего массообменные процессы фактора	93
5.3. Экспериментальные исследования	95
5.4. Моделирование кинетики экстрагирования каротиноидов из томатных выжимок	100
5.5. Экспериментальная оценка возможностей интенсификации экстрагирования каротиноидов из отходов томатного производства комбинированной обработкой высоким давлением и ультразвуком	102
<b>РАЗДЕЛ 6. ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ</b>	108
6.1. Разработка магнитно-ленточного сепаратора	108
6.2. Разработка аппаратно-технологических схем производства томатопродуктов и переработки отходов	111
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	117
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b>	119
<b>ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ</b>	147