

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Бигаевой Аланы Владиславовны «Разработка молекулярно-генетической и биоинформационной системы оценки технологических свойств молока, ассоциируемых с направлениями его переработки», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств

Актуальность темы исследования. Проблема обеспечения населения страны качественными продуктами питания, в том числе молочной продукцией, по праву считается одним из приоритетных направлений государственной политики в области продовольственной безопасности РФ. В решении столь значимой задачи первостепенная роль отводится получению исходного сырья, соответствующего высоким требованиям отрасли по показателям качества и безопасности. Следует отметить, что в последние годы традиционные оценочные критерии небезосновательно расширяются научными характеристиками, такими как молекулярно-генетические, изотопные и др. показатели.

Наличие регионов с неразвитым молочным животноводством, дефицит молока-сырья, традиционная сезонность объемов его производства обуславливают масштабность использования сухих молочных консервов при производстве молочных продуктов. При этом в перспективе их потребление будет увеличиваться из-за расширения ассортимента молочных и других пищевых продуктов, и тенденции к увеличению уровня потребления молочных продуктов в России. Вследствие чего необходима комплексная система оценки нормируемых показателей и разработка параметров, позволяющих дифференцировать сырье по основным требованиям. При этом среди множества показателей качества сухих молочных консервов принципиальное значение имеют интегральные характеристики – термоустойчивость и сыропригодность, предопределяющие эффективность технологических процессов и количественный выход продуктов переработки.

Поэтому диссертационная работа Бигаевой А.В., направленная на разработку и внедрение методологического подхода прогнозирования путей переработки молока на основе использования молекулярно-генетической и биоинформационной системы оценки, является актуальной.

Оценка содержания диссертации. Диссертационная работа Бигаевой А.В. представлена в традиционном изложении, состоит из введения, аналитического обзора научно-технического материала, организации и методологии исследований, трех глав, содержащих основные результаты теоретических и экспериментальных изысканий, выводов, списка использованной литературы и 5 приложений. Основной текст диссертации изложен на 130 страницах текста, хорошо иллюстрирован, включает 24

таблицы и 26 рисунков. Библиографический список литературы содержит 152 источника, в том числе 38 зарубежных.

Во введении обоснована актуальность тематики исследований, степень её разработанности, автором сформулирована гипотеза, цели и задачи исследований, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, степень достоверности и апробация результатов работы, положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен аналитический обзор научно-технической литературы по теме диссертационной работы, в котором рассмотрены объемы производства и переработки сухого молока, его многокомпонентный состав и нормируемые свойства. Соискателем Бигаевой А.В. рассмотрены основные принципы производства и переработки сухих и стерилизованных молочных продуктов, обобщены и систематизированы литературные сведения отечественных и зарубежных авторов о факторах, обуславливающих формирование качества и функционально-технологических свойств молочного сырья, в том числе молекулярно-генетических показателей. Автором подробно проработана доступная по теме диссертации информация, анализ которой позволил сформулировать цель и задачи исследований. Изложение материала в литературном обзоре свидетельствует о глубоких познаниях диссертанта по изучаемой проблеме и умении работать с литературой. Обзор написан грамотным литературным языком с использованием научной терминологии и помогает интерпретировать известные данные и полученные результаты исследований.

Во второй главе «Материалы и методы исследований» представлена схема организации исследования, в соответствии с которой была проведена работа. Указаны объекты исследования и приведена их развернутая характеристика. Описаны инструментальные и математические методы анализа, задействованные при работе над диссертацией. Автор использует как общепринятые, так и оригинальные методы исследований, сопоставимые с поставленными задачами. Достоинством работы является использование современных инструментальных подходов и биоинформационных технологий для визуализации, обработки и анализа данных.

В третьей главе «Результаты собственных исследований» в четырех разделах представлены полученные автором результаты. Во-первых, данные по взаимосвязи полиморфизма выбранного ДНК-маркера, а именно, гена к-казеина (*CSN3*), с технологическими свойствами сырого молока крупного рогатого скота и сухого молока. Во-вторых, созданные молекулярно-генетическая и биоинформационная системы оценки технологических свойств поступающего на переработку молока-сырья и сухого молока. И, в-третьих, разработанная технология восстановленного стерилизованного молока с интегрированной методикой идентификации соотношения относительных долей аллелей гена *CSN3* для оценки технологических свойств.

В процессе проведенных исследований по первому направлению было изучено влияние генотипа животного по гену *CSN3* на технологические свойства молока индивидуальных коров разных пород, в ходе которых были подтверждены результаты предшествующего экспериментам системного анализа научно-технической литературы. Это позволило продолжить исследования на более сложных модельных системах сухого молока с предварительной проработкой элементов технологического воздействия в процессе консервирования и транспортировки исследуемых образцов. Помимо этого, были исследованы технологические свойства молока в нативном и восстановленном состоянии во взаимосвязи с полиморфизмом гена *CSN3*. Для чего молоко подвергали сублимационной и распылительной сушкам. Дополнительно в рамках этапа был проведен сравнительный анализ аминокислотного состава образцов молока, полученных от животных с разными генотипами, по результатам которого существенных различий в биологической ценности молочных белков исследуемых образцов выявлено не было.

С использованием молока сублимационной и распылительной сушки комбинировались модельные системы, содержащие разные количества молока коров с исследуемыми гомозиготными генотипами. Анализ технологических свойств данных систем позволил установить тенденции формирования термоустойчивости и способности к сычужному свертыванию молока в зависимости от соотношения относительных долей изучаемых аллелей гена *CSN3*. Проведенные исследования послужили основой для разработки молекулярно-генетической и биоинформационной системы оценки технологических свойств молока.

Для реализации второго направления работы был разработан методологический подход к определению в сборном молоке-сыре и в сухом молоке соотношения относительных долей аллелей *A* и *B* гена *CSN3* от выделения ДНК из исследуемых образцов и непосредственно молекулярно-генетического анализа до программного обеспечения, созданного специально с целью оптимизации анализа конечных данных.

Исходя из представленного методологического подхода была разработана технология восстановленного стерилизованного молока с интегрированной системой оценки термоустойчивости по соотношению относительных долей аллелей гена *CSN3* в сухом молоке. В рамках оценки качества сухого молока исследованы нормируемые показатели и дополнительно введенный критерий. В дальнейших экспериментах с применением высокотемпературной обработки молока использовано только сырье с относительной долей аллеля *A* гена *CSN3* более 75%, согласно результатам предыдущих этапов исследований. В рамках методологических принципов выборки сырья с установленными долями аллеля *A* гена *CSN3* исследовано формирование термоустойчивости у образцов в зависимости от вида и дозы вносимых солей-стабилизаторов, от массовой доли белка в системах, от давления гомогенизации. Проведенные исследования позволили

разработать технологию восстановленного стерилизованного молока из сырья, прошедшего комплексную систему оценки с расширенными критериями качества. На основании результатов исследований были разработаны и утверждены методика исследования технологических свойств молока и СТО.

Диссертационная работа завершается **выводами**, в которых, в целом, отражены результаты экспериментальных исследований, выполненных автором и приведенных в диссертации. Сформулированные выводы соответствуют цели и задачам, поставленным в диссертации, и логически вытекают из результатов проведенных исследований.

Диссертационная работа построена в соответствии с требованиями ВАК РФ, написана грамотно, аккуратно оформлена, иллюстрирована графическими и табличными материалами. Структура диссертационной работы логична и подчинена выбранному автором направлению исследований. Представленные результаты исследований свидетельствуют о том, что соискатель Бигаева А.В. провела большую по объему экспериментальную работу.

Достоверность и новизна основных положений диссертации. Большой объем выполненных диссидентом экспериментальных исследований с использованием классических, современных методов и статистической обработки подтверждает достоверность результатов и обоснованность научных положений диссертационной работы. Автором грамотно спланирована экспериментальная часть. Поставленные научно-исследовательские задачи решаются гармонично, используя современную методологию, лабораторные приборы и технику. Объем выполненных автором исследований и используемые методы адекватны поставленным задачам. Научная новизна работы заключается в теоретическом и экспериментальном обосновании и осуществлении расширения оценочных критериев качества различных по влажности сырьевых форм сборного молока до молекулярно-генетических показателей. Представляют научный интерес методологические принципы определения соотношения относительных долей аллелей гена *CSN3* в сборном молоке и продуктах его переработки с низкой влажностью, биоинформационная система оценки доминирующего аллельного варианта гена *CSN3* в молоке крупного рогатого скота.

Диссидентом Бигаевой А.В. установлено, что сухое молоко, полученное из сборного с преобладанием молока коров с генотипом *AA* по гену *CSN3*, и соответственно, доминированием аллеля *A* более 75%, обладает наибольшей термоустойчивостью при условии соблюдения оптимальных режимов технологии его производства. Как следствие, автором предложена прогностическая модель переработки сырья с интегрированными молекулярно-генетическими показателями.

В целом, как научная новизна, так и достоверность полученных данных, положений и выводов не вызывает сомнений.

Ценность для науки и практики. Комплексный подход к решению поставленных научно-исследовательских задач позволил докторанту обосновать возможность разработки и применения нового способа оценки функционально-технологических свойств различных по влажности сырьевых форм сборного молока за счет интеграции молекулярно-генетических показателей в систему определения качества сырья.

Результаты исследований нашли практическую реализацию в разработке методики молекулярно-генетической оценки соотношения относительных долей аллелей гена *CSN3* в молоке, апробированной в действующих испытательных лабораториях. Получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ «Расчет соотношения относительных долей аллелей α -казеина в молоке сборном» №2021616048 от 15.04.2021 г.

Разработана и апробирована в промышленных условиях АО МК «Воронежский», ООО «Итальянские традиции» и ООО «НОВАЯ ИЗИДА» технология восстановленного стерилизованного молока, отраженная в утвержденном СТО 00419785-054-2021 «Молоко восстановленное из сухого молока стерилизованное. Технические условия».

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати. Основные положения диссертационной работы и результаты исследований достаточно полно обсуждены на конференциях различного уровня, опубликованы в открытой печати в 26 научных работах, в том числе 17 статьях в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 3 статьях в международных изданиях, входящих в научометрические базы данных Scopus и Web of Science, зарегистрированы в виде 1 программы для ЭВМ.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации. Автореферат полностью отражает содержание и основные результаты исследований, изложенных в диссертационной работе.

В порядке дискуссии по диссертационной работе **имеются вопросы и замечания:**

1. Чем обусловлен выбор технологии восстановленного стерилизованного молока для интеграции разработанной молекулярно-генетической и биоинформационной системы оценки?

2. С какой целью в методику пробоподготовки образцов включен процесс сепарирования?

3. Почему в разделе 3.4 не представлена матрица выборки образцов сухого молока?

4. Не совсем понятно, что подразумевал соискатель под одноступенчатой стерилизацией с асептическим розливом в принципиальной схеме производства продукта? Почему в приведенной схеме отсутствуют температурно-временные режимы этапов?

5. Неудачно использование условного обозначения «ТУ» для показателя термоустойчивости, так как эта аббревиатура является привычным обозначением технических условий.

Сделанные замечания не снижают научную и практическую значимость выполненных исследований и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Заключение. Диссертационная работа Бигаевой А.В. на тему «Разработка молекулярно-генетической и биоинформационной системы оценки технологических свойств молока, ассоциируемых с направлениями его переработки» является самостоятельной, завершенной научно-исследовательской работой, выполненной на актуальную тему, в которой решается важная народно-хозяйственная задача – разработка методологического подхода прогнозирования направлений переработки сборного молока на основе использования молекулярно-генетической и биоинформационной системы оценки.

В целом, диссертационная работа по актуальности, объему проведенных исследований, научно-методическому уровню, научной новизне и практической значимости соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, изложенным в п.п. 9-14 Положении ВАК РФ о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор, Бигаева Алана Владиславовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств.

Официальный оппонент –
доктор технических наук, профессор,
заведующий базовой кафедрой
«Технология молока и молочных продуктов»
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский
федеральный университет»

 Иван Алексеевич Евдокимов

355017, г. Ставрополь,
ул. Пушкина, 1, «Северо-Кавказский
федеральный университет»
Тел. (8652) 95-68-08
www.ncfu.ru
Факс: 8(8652) 95-68-03
e-mail: ievdokimov@ncfu.ru



ПОДПИСЬ
УДОСТОВЕРЯЮ
Управляющий
департамента СКФУ

Логачева А.В.

19.10.2021