

DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2025-8-2-235-243>



Поступила 19.01.2025

Поступила после рецензирования 05.05.2025

Принята в печать 12.05.2025

© Рождественская Л. Н., Ломовский И. О., Чугунова О. В., 2025

<https://www.fsjour.com/jour>

Обзорная статья

Open access

# УНИФИКАЦИЯ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА И ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕЛОКСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ БОБОВОГО СЫРЬЯ

Рождественская Л. Н.<sup>1,2\*</sup>, Ломовский И. О.<sup>3</sup>, Чугунова О. В.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

<sup>3</sup>Институт химии твердого тела и механохимии сибирского отделения Российской Академии Наук, Новосибирск, Россия

<sup>4</sup>Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АННОТАЦИЯ

бобовые, бобовые  
изолаты, бобовые  
концентраты,  
белоксодержащие  
продукты,  
функционально-  
технологические  
свойства,  
аналитические  
методы

Семена бобовых являются традиционной пищевой группой, имеющей высокую нутриентную плотность и сенсорные характеристики. Особенностью бобовых является их способность выступать в роли как основного пищевого ингредиента, так и выполнять функции пищевой добавки. В тоже время в исследованиях отсутствует единство подходов в использовании методик по определению функционально — технологических свойств (ФТС) бобовых ингредиентов, что не позволяет корректно сравнивать их результаты. Целью работы — обобщить имеющихся аналитические практики по исследованию ФТС белоксодержащих продуктов переработки бобового сырья (БСППБС), теоретически обосновать набор показателей для унифицированной комплексной системы оценки их качества и свойств. Под унифицированной системой понимается комплекс методик, обладающих высоким потенциалом для последующей стандартизации и возможностью применения в широком круге задач по определению физико-химических и ФТС БСППБС. Для решения задач исследования осуществлен поиск и обзор литературы, которые проведены с использованием PubMed, Research Gate, Google Scholar и Mendeley Web. Была выполнена полнотекстовая проверка 143 статьи, в результате чего сформирована окончательная выборка из 60 статей, подвергнутых тщательному изучению. Систематизация базировалась на наиболее достоверных и актуальных статьях последних 5 лет, детально описывающих особенности используемых методик исследования. Результатом работы является перечень показателей качества и методик анализов, определяющих дуальность в использовании БСППБС. Выделен набор и используемые диапазоны критических параметров, требующих унификации для получения сопоставимых данных: температура, давление, pH, время и скорость взбивания и центрифугирования. Использование унифицированных методик определения ФТС позволит проводить адекватное сравнение БСППБС и полностью использовать имеющийся в них потенциал.

Received 19.01.2025

Accepted in revised 05.05.2025

Accepted for publication 12.05.2025

© Rozhdestvenskaya L. N., Lomovsky I. O., Chugunova O. V., 2025

Available online at <https://www.fsjour.com/jour>

Review article

Open access

# UNIFICATION OF APPROACHES TO ASSESSING THE QUALITY AND FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF PROTEIN-CONTAINING PRODUCTS FROM PROCESSING LEGUME RAW MATERIALS

Lada N. Rozhdestvenskaya<sup>1,2\*</sup>, Igor O. Lomovsky<sup>3</sup>, Olga V. Chugunova<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Novosibirsk Scientific Research Institute of Hygiene of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup>Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

<sup>3</sup>Institute of Solid State Chemistry and Mechanochemistry Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

<sup>4</sup>Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia

## KEY WORDS:

pulses, legume isolates,  
legume concentrates,  
protein-containing  
products, functional  
and technological  
properties, analytical  
methods

## ABSTRACT

Legume seeds are a traditional food group with high nutrient density and sensory characteristics. A distinctive feature of legumes is their ability both to act as the main food ingredient and to perform the functions of a food additive. At the same time, there is no unity of approaches in the use of methods for determining the functional and technological properties (FTP) of legume ingredients in studies, which does not allow for a correct comparison of their results. The aim of the work is to summarize the existing analytical practices for studying the FTP of protein-containing products of processing legume raw materials (PCPPLRM), to theoretically substantiate a set of indicators for a unified comprehensive system for assessing their quality and properties. A unified system is understood as a set of methods with high potential for subsequent standardization and the possibility of application in a wide range of tasks for determining the physicochemical properties and FTP of PCPPLRM. To solve the research tasks, a literature search and review were carried out using PubMed, Research Gate, Google Scholar and Mendeley Web. A full-text check of 143 articles was performed, resulting in a final selection of 60 articles that were subjected to careful study. The systematization was based on the most reliable and relevant articles of the last five years, which described in detail the features of the research methods used. The result of the work is a list of quality indicators and analysis methods that determine the duality in the use of PCPPLRM. A set and used ranges of critical parameters that require unification to obtain comparable data were identified: temperature, pressure, pH, time and speed of whipping and centrifugation. The use of unified methods for determining FTP will allow for an adequate comparison of PCPPLRM and the full use of their potential.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Рождественская, Л. Н., Ломовский, И. О., Чугунова, О. В. (2025). Унификация подходов к оценке качества и функционально-технологических свойств белоксодержащих продуктов переработки бобового сырья. *Пищевые системы*, 8(2), 235–243. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2025-8-2-235-243>

FOR CITATION: Rozhdestvenskaya, L. N., Lomovsky, I. O., Chugunova, O. V. (2025). Unification of approaches to assessing the quality and functional and technological properties of protein-containing products from processing legume raw materials. *Food Systems*, 8(2), 235–243. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2025-8-2-235-243>

## 1. Введение

Рынок пищевой продукции постоянно подвергается качественной трансформации. Проблемы недостатка пищевых ресурсов в целом [1], белкового дефицита [2], дефицита эссенциальных для организма человека отдельных аминокислот или полиненасыщенных жирных кислот [3] и др. приводят к необходимости поиска новых востребованных пищевых источников с заданным составом и управляемым технологическим поведением. Сложившейся и хорошо изученной практикой в отношении большого количества поликомпонентных пищевых матриц является введение в состав различных изолятов и гидролизатов растительных белков [4–7].

Наиболее изученным представителем семейства бобовых является соя и продукты её переработки, в том числе концентраты и изоляты белков. Однако, в отношении других бобовых растений, накопленный опыт, особенно отечественный, гораздо более скромный [8]. В настоящее время идёт активный поиск методик получения концентратов белковой фракции, модификации как бобового растительного сырья в целом, так и получаемых концентратов и изолятов [9], а также модификации иных продуктов, получаемых в качестве побочных при основной переработке бобовых растений [10].

В отношении проблематики в области исследования бобовых, можно выделить следующие направления:

- исследования различных видов бобового сырья с учётом разнообразия зернобобовых культур: горох (посевной и полевой (пелюшка) (лат. *Lathyrus oleraceus*); кормовые бобы (лат. *Vicia Faba L.* или *Faba vulgaris*), вика посевная/яровая (лат. *Vicia sativa*), фасоль обыкновенная (лат. *Phaseolus vulgaris*), люпин (белый (лат. *Lupinus albus*), люпин желтый (лат. *Lupinus luteus*), люпин многолетний (лат. *Lupinus perennis*), люпин узколистный (лат. *Lupinus angustifolius*), соя (лат. *Glycine*), чечевица (лат. *Lens*), чина посевная (лат. *Lathyrus sativus*), нут (лат. *Cicer*) с учётом особенностей сортовых отличий, особенностей регионов и технологий возделывания<sup>1</sup> и других отличий, обусловленных, например, применением методов генетической модификации;
- исследования, направленные на разработку технологий и параметров процессов получения: муки, экстрактов, концентратов, изолятов, гидролизатов, текстурированных продуктов, сухой аквафабы (продукт, получаемый сублимационной сушкой отвара семян бобовых);
- технологий разделения компонентов, включая глубокое фракционирование макроэлементов сырья с целью увеличения выхода всех компонент, включая белки, с их очисткой, концентрированием и модификацией функциональных и медико-биологических характеристик;
- поиск методов фракционирования макро- и микронутриентов сырья с получением белково-липидных и белково-углеводных составов с максимальным сохранением «фитохимического потенциала сопутствующих микронутриентов» [9,11];
- исследования, направленные на возможность использования инструментов цифровой нутрициологии и моделирования рецептур при обосновании включения БСППБС при разработке новых видов продукции.

В ходе исследований возникает проблема сравнения продуктов разной степени переработки по целому ряду показателей, в том числе их качественные характеристики и функционально-технологические свойства. В разных исследованиях, посвященных разработке продуктов на основе использования изолятов и гидролизатов бобовых культур и аквафабы, достаточно часто различается как сам перечень исследуемых показателей качества, безопасности и свойств, так и используемый аналитический инструментарий [12–15]. Неопределенность данного рода не позволяет свести в единую базу получаемые результаты исследований, поскольку выбор и разработка методик анализа в отдельных научных работах зачастую обусловлена скорее аналитическими и экономическими возможностями и задачами исследователя, чем ориентацией на последующую валидацию и стандартизацию используемых методик.

Фактически ни один из коммерчески реализуемых на рынке РФ БСППБС, несмотря на указание в технических спецификациях, например, значений жиро- или влагоудерживающей способности, не раскрывает особенностей методик определения этих свойств (ссылка на

коммерческую тайну), что не позволяет обеспечить сопоставимость этих значений у разных производителей. Наиболее распространённым и эффективным методом устранения излишнего многообразия является унификация, которая охватывает как сам набор показателей, так и методики, используемые при их определении. Унификация в данном контексте рассматривается нами, как инструмент приведения к единообразию качественных характеристик БСППБС, установление единообразия параметров и режимов однотипных исследовательских процедур и выбор оптимального количества показателей, характеризующих значимые для их дальнейшего производственного использования ФТС. Перспективной целью проведения унификации является последующая стандартизация этих методов, юридическое закрепление проведенной унификации и уровня ее обязательности. В свою очередь стандартизация позволит в дальнейшем обеспечить единообразие и достоверность получаемых данных: провести аккредитацию лабораторий, аудит системы внутренних процедур контроля качества, аттестацию и оценку квалификации персонала [16]. Это обусловлено тем, что все официальные методы анализа базируются на протестированных и проверенных в ходе ряда верификационных испытаний в пищевом секторе методиках, что обеспечивает получение достоверных прецизионных данных.

На основании вышеизложенного, нами была сформулирована цель работы: обобщение имеющихся аналитических практик по исследованию функционально-технологических свойств (ФТС) БСППБС, с целью предложить теоретическое обоснование унифицированной системы оценки показателей качества. В соответствии с поставленной целью, в работе решались следующие задачи:

- выделить на основе имеющихся исследовательских аналитических практик основные качественные параметры и ФТС БСППБС;
- систематизировать используемые для определения ФТС БСППБС методы и выделить перечень контролируемых параметров измерения.

## 2. Объекты и методы

Поиск литературы для решения указанных задач проводился с использованием PubMed, Research Gate, Google Scholar и Mendeley Web. Была проведена полнотекстовая проверка 143 статей, в результате чего была сформирована окончательная выборка из 60 статей, подвергнутых тщательному изучению, в особенности самые достоверные (опирающиеся на максимальную аргументационную базу) и статьи последних 5 лет. Под максимальной аргументационной базой понимается не только подробное описание в источнике применяемой методики исследования свойств и особенности её модификации под конкретную исследовательскую задачу, но также описание механизма возникновения этих свойств с примерами их практического применения в пищевых матрицах.

Для формирования определенной системы методик исследования свойств БСППБС и выявления конкретных параметров осуществления процедур, нами было проведено теоретическое обоснование, включающее анализ, синтез, обобщение, сравнение информации, представленной в отобранных в ходе литературного обзора источниках. В ходе анализа литературных источников рассматривались исследуемые объекты (БСППБС), показатели качества и методики их определения. Из материалов была выделена, систематизирована и сгруппирована повторяющаяся или однотипная информация в отношении: этапов выполнения методики; параметров осуществления экспериментов; концентрации белковых компоненты в образцах; использованных расчётных формул.

## 3. Результаты и обсуждение

### 3.1. Общие свойства и характеристики БСППБС

При использовании продуктов переработки бобового сырья при проектировании новой пищевой продукции необходимо учитывать их специфические функционально-технологические, антиоксидантные, антимикробные свойства, показатели пищевой и биологической ценности [17,18]. Отдельно выделяются в ряде работ способности отвечать БСППБС требованиям к ингредиентам при создании безглютеновой и безлактозной продукции. Основными макрокомпонентами семян бобовых является белок и клетчатка [19], что определяет возможность их дальнейшего производственного использования. Модификация входящих в состав белковых и углеводных структур осуществляется на основе единичного или комплексного влияния таких факторов, как: давление, температура, воздействие ультразвука, ферментов, кислот, щелочей или солей [9].

<sup>1</sup> Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорты растений. Государственная Комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений (ФГБУ «Госсорткомиссия») <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektionsnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteniy/>

Благодаря своей технологической многофункциональности (эмульгирующим, гелеобразующим и пеноформирующим свойствам, а также жиру и влагоудерживающей способности) наряду с сухими БСППБС с разной концентрацией белка, среди производных переработки бобовых особую популярность получает сублимированная (сухая) аквафаба. [5–7]. Для получения аквафабы используют различные методы, основанные на изменении важнейших параметров процесса: соотношения воды и бобовых, температуры, pH и давления при котором осуществляется процесс варки. При получении эмульсий и пен на основе аквафабы особенно важно количество добавляемых к смеси гидроколлоидных камедей, гидроксипропилметилцеллюлозы и сахара [6]. Анализ научных источников показывает, нет единого мнения относительно соотношения бобовых и воды, режимов приготовления, а состав и ФТС аквафабы сильно различаются. Однако, при изучении свойств сублимированной аквафабы имеется значительное сходство методик с используемыми для анализа концентратов и изолятов из бобового сырья.

На основе анализа литературных материалов нами были выделены наиболее значимые направления исследования качественных характеристик БСППБС, которые формируют обоснование потенциала и их дальнейшего перспективного использования:

- ❑ исследование состава белкового, углеводного и жирно-кислотного состава, содержания воды и золы;
- ❑ определение содержания витаминов, биологически активных и минеральных веществ;
- ❑ оценка содержания антипитательных веществ;
- ❑ определение общего количества и аминокислотного состава белка;
- ❑ изучение фракционного состава белка, распределение основных белковых фракций: альбумина, глобулина, проламина и глотелина; анализ белкового профиля на основе молекулярно-массового распределения,
- ❑ определение содержания свободных аминокислот;
- ❑ исследование температуры денатурации основных белковых компонентов [20,21].

Поскольку БСППБС выполняют роль сырьевого ингредиента или технологической добавки при производстве пищевых продуктов, для них вышеприведенный перечень качественных характеристик будет иметь неразрывную связь с номенклатурой потребительских свойств и показателей качества товаров. Идентификационные и органолептические характеристики, показатели физического состояния БСППБС объединяются в их товароведную оценку и осуществляются на основании регламентов, показатели химического состава БСППБС, определяют их пищевую ценность и возможность использования в качестве функциональных пищевых ингредиентов.

### 3.2. Связь белковой структуры и свойств БСППБС

При исследовании белоксодержащих пищевых продуктов наиболее распространены методики анализа, позволяющим не только определить общее содержание, но и аминокислотный состав и усвояемость белка. На основе получаемых данных становится возможным не только ранжировать белковые продукты, но и оценивать их физиологическую полноценность, а также обосновывать необходимые параметры и виды обработки, влияющие на модификацию белков и, как следствие, усвояемость аминокислот. Кроме того, белки бобовых представлены набором фракций с разной молекулярной массой, различающихся по физико-химическим и функциональным свойствам. Данные о соотношении отдельных белковых фракций позволяют прогнозировать технологические и сенсорные характеристики продуктов и ингредиентов (вкус, цвет, запах и пр.), получаемых в процессе переработки бобовых (например, растворимости, стабильности пены или эмульсии).

Несмотря на то, что основной метод исследования структуры белка — рентгеноструктурный анализ его кристаллов, известен достаточно давно, данные пространственной организации белков большинства используемых в питании белков до сих пор не изучены. На основе калориметрии и иных методов измерения термодинамических свойств возможно определять такие параметры, как: теплоемкость для нативной и денатурированной форм белка, энтальпию и температуру денатурации белка, интегральную гидрофобность и конформационную стабильность белков [22–24]. В зависимости от последовательности аминокислотных остатков в полипептидной цепи формируется определенная стабильная трехмерная структура белка, определяющая его структурные и функциональные свойства. Именно структура белков и соотношение их молекулярных масс, играют важную роль при получении и проведении сравнительных исследований таких параметров, как термодинамические и функционально-технологические характеристики белковых продуктов.

Анализ и систематизация методов исследования и измерения термодинамических свойств белковых продуктов (методы дифференциальной сканирующей калориметрии, КД — спектроскопии, ионопальной высокоэффективной жидкостной хроматографии, компьютерный метод «молекулярной динамики» и др.), не являлся целью данного обзора. Эти методы несомненно определяют перспективы технологического использования БСППБС, поскольку применяются в т.ч. для моделирования и прогнозирования их термостабильности, но они образуют свою группу методов, использующих особое инструментальное обеспечение, и направлены скорее на обоснование внесения точечных или кластерных замен в аминокислотную последовательность для повышения или снижения температурного оптимума исследуемого белка или пептида, чем на обоснование целевого применения продукта [22,25].

### 3.3. Особенности определения функционально-технологических свойств

Следующая группа определяемых параметров, встречающаяся в большинстве исследований данной тематики — показатели ФТС. Важно отметить, что в большинстве англоязычных работ понятия функциональных и функционально — технологических свойств не разделяются и, по сути, являются синонимами. В отечественных исследованиях под функциональными свойствами чаще понимают способность пищевых веществ оказывать физиологическое воздействие на организм человека. В нашей работе под функционально-технологическими свойствами БСППБС понимаются свойства, определяющие их использование в пищевом производстве и обеспечивающие определенные структурные, реологические, технологические и потребительские свойства получаемых на их основе продуктов [12,20]. ФТС базируются на основе механизмов, определяющих их действие, включая «свойства, связанные с гидратацией (растворимость, водо- и жироудерживающая способность), молекулярной структурой белка, степенью денатурации и реологическими характеристиками (гелеобразование и вязкость), а также поверхностными характеристиками (пенообразование, эмульгирующие свойства) [26].

Данные системного анализа особенностей определения ФТС белоксодержащих продуктов переработки бобовых культур, используемые в исследованиях показатели и методических подходов к их определению представлены в Таблице 1.

Ещё одной из активно изучаемых тем, имеющих высокую популярность среди производителей, является применение растительных белков в экструдированных продуктах [59]. С точки зрения потребителей, спрос на продукты и ингредиенты растительного происхождения обусловлен их использованием для формирования структуры конечного продукта (имитация волокон или пористой массы) и возможностью создания альтернатив неживотного происхождения во многих группах пищевых продуктов, в т. ч. для замены мяса, яиц и молочных продуктов [60]. Для выбора и адаптации состава сырья к требованиям производства получаемого в результате экструзии пищевого продукта, необходима информация о конкретных реологических характеристиках и их изменении от температурно-влажностных параметров и давления. В исследованиях демонстрируются существенные различия в реологических свойствах конечного продукта, даже если наименование и происхождение семян бобовых, и общее содержание белка в них идентичны. В отношении гидролизатов, концентратов и изолятов, полученных на основе семян бобовых, необходимо обеспечить измерение и анализ свойств, характерных для вязкоупругих продуктов: прочность, эластичность, упругость, вязкость, ползучесть, пластичность, гелеобразующая способность, тиксотропия, максимальное напряжение сдвига. Комбинация групп методов для конкретного сырья дает обширную и ценную информацию о реологическом поведении исследуемых образцов. Однако, изучение реологических характеристик осуществляется уже не столько на уровне отдельных БСППБС, сколько на уровне пищевых матриц с добавлением этого ингредиента. В связи с этим методики определения отдельных показателей качества опираются на стандартизированные подходы соответствующей продовольственной группы (например, фарши, соусы, тесто и пр.).

При определении качества у получаемых на основе БСППБС суспензий определяют такие специфические показатели, как: степень набухания частиц, содержание растворённого белка, адгезионные и когезионные свойства частиц, их средние размеры и распределение по размерам, буферная емкость суспензий. При использовании БСППБС в пищевых матрицах в качестве структурообразователей, необходима комплексная оценка таких ФТС, как: растворимость в водных средах, возможность образовывать суспензии и гели, стабилизировать эмульсии и пены, проявлять адгезионные свойства и др.

Таблица 1. Систематизация методов определения ФТС белоксодержащих продуктов переработки бобового сырья (БППБС)

Table 1. Systematization of methods for determination of the functional-technological properties (FTP) of protein-containing products of processing legume raw materials (PCPRLRM)

| Показатели измерения / Measurement Indicators                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Характеристика методики оценки ФТС, используемых в исследованиях / The essence of FTP assessment methods used in research                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Унифицированная методика определения / Unified methodology for determination                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Растворимость (Р) — свойство, используемое для измерения степени растворения одного соединения в другом или «соотношение белка, присутствующего в жидкой фазе, к белку, присутствующему как в жидкой, так и в твердой фазах в условиях термодинамического равновесия» [27]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Для определения Р к навеске заданной массы приливают определенный объем воды в колбу (мл), которую встряхивают в течение заданного периода времени (мин) на механическом встряхивателе / мешалке при указанных параметрах температуры (°С). Полученную суспензию центрифугируют при контроле параметров (время (мин), число оборотов (об/мин)) и сливают в мерный объем. Осадок еще дважды экстрагируют водой. В полученном супернатанте определяют общее количество белка одним из традиционных способов [28,29].                                                                                                                                                                                                                                                                | На аналитических весах берут навеску 2,4 г, приливают воду, чтобы получить 6% раствор. Взвесь аккуратно помещают до однородности и затем периодически помешивают в течение 15 мин. При определении растворимости при комнатной температуре не проводят дополнительного нагревания. При определении растворимости в горячей воде процесс проводят в делении растворимости: в горячей воде процесс проводят на водяной бане при температуре 85 °С и далее охлаждают до комнатной температуры. Для отделения осадка проводят центрифугирование (в течение 15 минут; при 5500 об/мин). Осадок промывается трижды водой с повторным центрифугированием. Супернатанты собираются, доводятся до 100 мл водой, проводят измерение pH. Супернатант и осадок сушатся при температуре 105 °С до постоянной массы. Растворимость рассчитывается как отношение массы растворенных веществ к исходной массе абсолютно сухой навески. |
| Водоудерживающая способность (ВУС) — это способность удерживать в своем составе воду при контакте с ней. Связывание воды происходит посредством комбинации ион-дипольных, диполь-дипольных, диполь-индуцированных дипольных и гидрофобных взаимодействий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Основным методом, используемым для оценки ВУС является центрифугирование. Связанная, удерживаемая или иммобилизованная вода захватывается белковым матриксом, а затем вытесняется силой центрифугирования или сжатия. Навеску образца помещают в мерную пробирку, добавляя заданный объем воды (мл) и перемешивают в гомогенизаторе в течение заданного времени (мин) и скорости (об/мин). После выдержки (Т, мин.) пробирки центрифугируют (время (мин), число оборотов (об/мин)) [12,32–37]. Для определения весовым методом пробирку взвешивают с белоксодержащим продуктом и водой. После удаления несвязанной воды центрифугированием взвешивают остаток в пробирке. Для определения ВУС объемным методом (%) измеряют общий объем смеси в пробирке и объем оставшейся воды. | В пробирки берут по 1 г образца и добавляют 10 г воды, аккуратно помешивают в течение 30 мин., взвесь центрифугируют (15 минут; 5500 об/мин). Супернатант аккуратно сливают, осадок взвешивают. Для расчета водоудерживающей способности используют формулу:<br>$\text{ВУС} = 100 \times (m_n - m_0) / m_n$ где:<br>$m_0$ — масса навески сухого вещества в начале;<br>$m_n$ — масса навески осадка после отделения супернатанта, г.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Жирудерживающая способность (ЖУС) — это способность белков продуктов переработки бобовых удерживать масло при контакте с ним. Жир/масло удерживаются за счет физического захвата жира из-за гидрофобности белка, посредством связывания алифатических липидных цепей с неполярными боковыми цепями аминокислот. В целом белки обладают способностью иметь тенденцию сильнее удерживать масла.                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Основным методом оценки ЖУС является центрифугирование. Навеску высокобелкового продукта помещают в мерную пробирку, добавляя заданный объем рафинированного подсолнечного масла (мл) установленной плотности (г/см³) и перемешивают в гомогенизаторе (время (мин), число оборотов (об/мин)). После экспозиции (мин.) пробирки центрифугируют (время (мин), число оборотов (об/мин)). Для определения ЖУС весовым методом (г/г) пробирку взвешивают с белоксодержащим продуктом и маслом и затем удаляют неадсорбированное масло центрифугированием, взвешивая оставшееся в пробирке содержимое. При определении ЖУС объемным методом (%) соотносят общий объем смеси в пробирке и объем оставшегося неадсорбированного масла (мл).                                               | Для ЖУС методика аналогична ВУС, но вместо воды используется растительное масло (1 г навески и 10 мл масла растительного). Далее центрифугируют (15 минут; 5500 об/мин). Надосадочную жидкость тщательно сливают, а оставшийся осадок взвешивается. Расчет ЖУС:<br>$100 \times (m_n - m_0) / m_n$ где:<br>$m_0$ — масса навески сухого вещества в начале;<br>$m_n$ — масса навески осадка после отделения супернатанта, г.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Такие ФТС белоксодержащих продуктов переработки бобовых культур, как ВУС, ЖУС и влагосвязывающая способность зачастую оценивают не в чистом виде, а на основании проведения анализа пищевых матриц в которую их помещают. Для фаршей, фаршевых систем, мясных полуфабрикатов, колбасных изделий, колбасок и паштетов с введенными в состав белковыми растительными ингредиентами используют следующие методы: определение «влагосвязывающей способности проведения методом прессования, влагоудерживающей способности — с помощью молочного жира, жирудерживающей способности — методом определения массовой доли жира в разрабатываемом продукте до и после термообработки» [38–43]. | Эмульгирующая способность (ЭС) — это свойство соединения образовывать эмульсии, состоящие из двух жидкостей с различной растворимостью [44]. ЭС характеризует состояние агрегативной устойчивости масла в воде, определяемого за счет способности содержащегося белка и ПАВ формировать на поверхности дисперсных частиц прочный адсорбционный слой, выполняющий функцию структурного механического барьера, препятствующего коалесценции капель масла.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Таблица 1. Продолжение / Table 1. Continued

| Показатели измерения / Measurement Indicators                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Характеристика методик оценки ФТС, используемых в исследованиях / The essence of FTR assessment methods used in research                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Унифицированная методика определения / Unified methodology for determination                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Эмульгирующие свойства белка оценивают и характеризуют различными величинами, такими как «индекс эмульгирующей активности» (ЕА) индекс эмульгирующей стабильности (ЕС) эмульгирующая/ эмульсионная способность, характеристическая эмульсионная активность, предел эмульгирования». Эмульсионная ёмкость белка характеризует «максимальное количество эмульгированного масла к количеству белка/белоксодержащего продукта в системе» [45].                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Для определения ЕС используют различные методы, включая турбидиметрию, измерение размера капель и проводимости. Для определения ЕС навеска исследуемого препарата, перемешанная с водой и маслом в равных объемах в центрифужной пробирке, подвергается гомогенизации/встряхиванию при контроле скорости, времени и pH. Затем содержимое пробирки центрифугируют при заданных параметрах скорости и времени. ЕС характеризуется процентным соотношением объемов, отделившихся от эмульсии водной и масляной фаз [12,46,47].<br><br>Метод определения стабильности полученный предполагает её нагрев с последующим охлаждением водой при контроле температуры времени. По доле объема эмульгированного слоя, полученного в ходе центрифугирования, судят о стабильности эмульсии. Этот метод определения ЕС может быть реализован с условием нагревания, замораживания, продолжительного хранения эмульсии с последующим центрифугированием в стандартных условиях. Отношение объема эмульсии к общему объёму системы после целеного воздействия позволяет оценивать стабильность эмульсии. Эмульсионная ёмкость предполагает методику, опирающуюся на измерение электропроводности дисперсной системы, в которой эмульсию готовят в режиме непрерывного добавления масла в раствор белка/белоксодержащего продукта при перемешивании вплоть до точки инверсии фаз эмульсии, отвечающей переходу от эмульсии «масло в воде» к эмульсии «вода в масле. Метод оценки эффективности белоксодержащего продукта, как стабилизатора эмульсии предполагает цепочку испытаний с изменением объёмной доли масла, температуры и времени воздействия. По объёму отделяемых центрифугированном слоев масла в водной фазе и фазе эмульсий делают выводы об эффективности. Агрегативная стабильность оценивается на основании отношения объёма (высоты) слоя масла, отделившегося после испытания эмульсии, к общему объёму. Показатель кинетической стабильности определяется отношением объёма (высоты) слоя водной фазы к объёму (высоте) слоя эмульсии. | Для проведения исследования приготовления подготавливается раствор, который состоит из 3 г образца, 175 мл масла и 175 мл воды. Раствор взбивается при комнатной температуре в пробирке с помощью гомогенизатора (1 мин, 22000 об/мин). Из полученной эмульсии быстро отбираются пробы по 20 мл. Для определения эмульгирующей активности (ЭА) при комнатной температуре пробы центрифугируют (5 мин, 5500 об/мин).<br><br>Для определения эмульгирующей стабильности (ЭСт) при высокой температуре, пробы нагреваются на водной бане в течение 30 минут при 80 °С без перемешивания, остужаются 15 минут в проточной воде до комнатной температуры и центрифугируются (5 мин., 5500 об/сек).<br><br>После центрифугирования образец аккуратно перемешивается стеклянной палочкой для выравнивания границы разделения.<br><br>Эмульсионная активность определяется как отношение объема эмульсии к полному объёму. Далее рассчитывается ЭА (ЕА) и ЭСт (ES) по следующим формулам:<br><br>$ЭА = 100\% \times V_1 / V_2,$ $ЭСт = 100\% \times V_1 / V_2,$<br><br>где:<br>V1 — объем эмульсии (верхнего слоя);<br>V2 — полный объем;<br>V1 — объем эмульсии после термической обработки. |
| Пенообразующая способность/свойство (ПС) — это способность пищевой среды являться жидкостью, а дисперсной фазой — газ, причём количество дисперсной фазы велико, и пузырьки газа отделены друг от друга тонкими плёнками жидкости» [31]. Стабильность пены на белковой основе имеет когезивные межфазные пленки за счет водородных связей, а также электростатических и гидрофобных реакций [27].<br><br>ПС характеризуют показатели, оценивающие характеристики образующей пенной системы:<br><ul style="list-style-type: none"><li>• стабильность пены (FS) способность белка стабилизировать пену против стрессов [49],</li><li>• пеноемкость (FC) — способность раствора (вспениваемость, пенообразовательная ёмкость) — количество пены (объем) или высота столба (в мм), получаемая на 1 г белка/белоксодержащего продукта, также выражают как процентное отношение изменения объема к первоначальному;</li><li>• кратная пена (устойчивость) пены — время, при котором пена не теряет своего вида (сохраняется общий объём, в т. ч. при разных температурных условиях (от замораживания до нагревания при высоких температурах));</li><li>• степень насыщения продукта воздухом характеризуются показателем удельного объёма воздушной фазы.</li></ul> | Образец готовится путем диспергирования 3,5 г образцов в 550 мл дистиллированной воды помощью гомогенизатора (1 мин, 22000 об/мин) при комнатной температуре. Так как граница вода/пена достаточно размыта, невозможно определить точное ее расположение. Поэтому измеряется полный объем раствора с пеной. Далее пена отстаивается 1 час, измеряется полный объем раствора с оставшейся пеной.<br><br>Пенообразующая способность определяется по формуле:<br><br>$ПС = 100\% \times (V_1 - V_0) / V_0$<br><br>Стабильность пены по формуле:<br><br>$СП = 100\% \times (V_2 - V_0) / (V_1 - V_0);$<br><br>где:<br>V0 — исходный объем воды;<br>V1 — объем воды и пены после гомогенизации;<br>V2 — объем пены и воды после отстаивания.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Образец готовится путем диспергирования 3,5 г образцов в 550 мл дистиллированной воды помощью гомогенизатора (1 мин, 22000 об/мин) при комнатной температуре. Так как граница вода/пена достаточно размыта, невозможно определить точное ее расположение. Поэтому измеряется полный объем раствора с пеной. Далее пена отстаивается 1 час, измеряется полный объем раствора с оставшейся пеной.<br><br>Пенообразующая способность определяется по формуле:<br><br>$ПС = 100\% \times (V_1 - V_0) / V_0$<br><br>Стабильность пены по формуле:<br><br>$СП = 100\% \times (V_2 - V_0) / (V_1 - V_0);$<br><br>где:<br>V0 — исходный объем воды;<br>V1 — объем воды и пены после гомогенизации;<br>V2 — объем пены и воды после отстаивания.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Метод оценки ТС основан на определении наименьшей концентрации желеобразования — такой концентрации белка, при которой раствор белка образует гель, который не отделяется из пробирки после ее переворачивания [52].                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Критическая концентрация желеобразования определяется методом термотропного желеобразования» [53].<br><br>Методика определения критической концентрации желеобразования, заключается в приготовлении серии растворов различных концентраций, с оценкой прочности образовавшегося геля, путем определения концентрации желеобразователя, препятствующей погружению в него (гель) металлического шарика определенной масс [54].                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Находится в разработке                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

<sup>1</sup> МУК 2.3.2.970-00. Медико-биологическая оценка пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников (2000). Москва: Федеральныи центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. Электронный ресурс: <https://docs.cntd.ru/document/1200006955?ysclid=mn5owpm25e5325120714> Дата доступа: 05.12.2024

Таблица 1. Окончание / Table 1. End  
Унифицированная методика определения / Unified methodology for determination

Характеристика методик оценки ФТС, используемых в исследованиях / The essence of FTP assessment methods used in research

Показатели измерения / Measurement Indicators

Критическая концентрация гелеобразования (ККТ) — один из основных критериев оценки белоксодержащего продукта, обеспечивающих возможность образования устойчивого геля при минимальной концентрации гелеобразователя. ККТ определяет уровень введения в продукт белковых препаратов, обеспечивающий требуемый комплекс структурно-механических характеристик готового продукта.

Концентрация телеобразования не позволяет оценить свойства самих образующихся гелей, например твердость или хрупкость. Поэтому используются дополнительные методы измерения количественной оценки текстурных свойств гелей: испытание на сжатие фиксируют соотношения напряжения и деформации, когда образец сжимается/разжимается с фиксированной скоростью [55], анализ профиля текстуры позволяет измерить твердость, клейкость, упругость, когезионность, липкость и эластичность геля [56], исследование термической обратимости полученного геля [58]. Поэтому достаточно часто при оценке ГС, оценивают реологические свойства, получаемого геля. Определение динамических реологических показателей — модуля упругой деформации (сохранения (G')) и модуля сопротивления деформации (потерь (G'')) производят на реолографах [58].

Реологические анализы и поведение гелеобразования изучают с помощью реометра. Вязкость измеряют с помощью вискозиметра: прямой индикации или Марша. Для желе, как частного варианта твердого геля, определяют концентрацию желеобразования и температуру желатинизации. Температуру желатинизации определяют путем нагревания в пробирке с заворачивающейся крышкой навески продукта и воды в заданном соотношении до образования твердого геля — желе. Наименьшей концентрацией желеобразования принимают концентрацию, при которой из перевёрнутой пробирки образец не выскальзывает. Желе подвергают дальнейшим исследованиям с помощью тестов на прокалывание, складывание, скорость распада желе, реологические анализы.

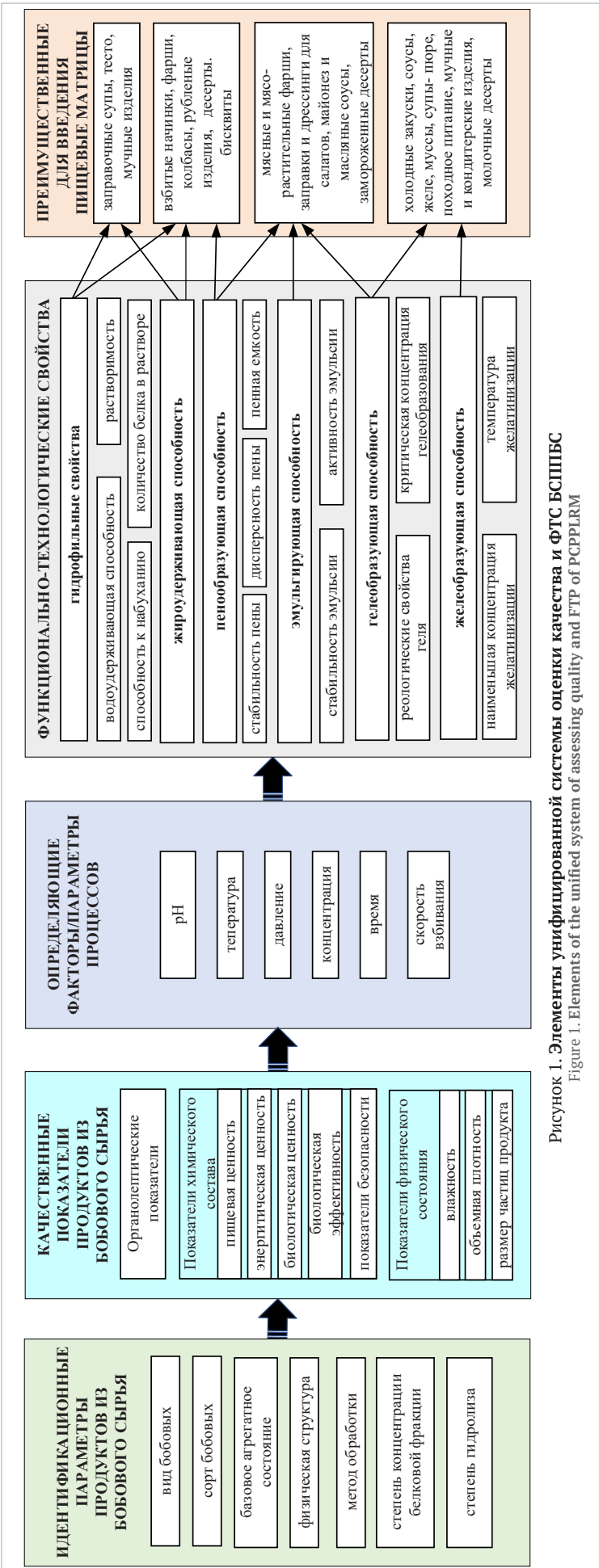


Рисунок 1. Элементы унифицированной системы оценки качества и ФТС БСПБС  
Figure 1. Elements of the unified system of assessing quality and FTP of PCPPLRM

Обобщение аналитических практик позволяет систематизировать методы оценки показателей ФТС, используемые в разрозненных исследованиях, с разными значениями гидромодуля, применяемых скоростей центрифугирования или взбивания, температурных и временных диапазонов, используемых при проведении исследований отдельных свойств (например, растворимость, стабильность пены или эмульсии), pH среды (в исследованиях ГС). Кроме того, все указанные ФТС связаны с распределением молекулярных масс белков в образцах БСППБС, но эта информация пока не может быть подввергнута системному анализу на основе математической обработки, поскольку унифицированные методы оценки этих показателей отсутствуют.

#### 3.4. Унификация оценки качества и ФТС БСППБС

Вторая задача исследования предусматривала теоретически обосновать набор показателей и контролируемых параметров осуществления их измерения для создания унифицированной системы оценки качества и ФТС БСППБС. Помимо выделения самих показателей особое внимание было уделено особенностям реализации методик определения ФТС, поскольку, например, значения pH или температуры при осуществлении оценки могут не только существенно изменить получаемые значения, но и исказить в целом выявляемые для дальнейшего технологического использования того или иного вида продукта БСППБС.

Предлагаемая нами унифицированная система оценки качественных показателей и ФТС БСППБС в перспективе будет обобщена в комплекс методических указаний оговаривающих порядок исполнения идентификационных процедур, реализацию существующих методов оценки химического состава, физических и органолептических показателей и разработанных собственных методов оценки ФТС (Таблица 1), опирающихся на нормирование значений определяющих факторов (ввиду отсутствия общепринятого или нормируемого варианта оценки). Графическая логическая рамка связи элементов такой унифицированной системы представлена на Рисунке 1. Идентификационные и качественные показатели БСППБС, выделенные на основе проанализированных источников (первые 2 блока рис. 1) не имели существенных разногласий в вопросе методик определения, поскольку опираются на устоявшиеся стандартизированные подходы.

Логическая рамка отображает связь между входными идентификационными параметрами продуктов переработки бобовых, их показателями качества и безопасности и показателями проявления целевых ФТС. В отношении качественных характеристик БСППБС: идентификационных параметров, показателей химического состава, физического состояния и органолептических, можно отметить, что они определяются в соответствии с медико-биологическими требованиями, санитарными нормами и требованиями технических регламентов к качеству продовольственного сырья и пищевых продуктов на основе установленных в этой нормативной базе методов анализа. Показатели ФТС БСППБС (блок 4 Рисунок 1) будут определяться на основании разработанной собственной группы методик оценки ФТС, являющейся результатом ранее проведенной систематизации (таб.1). Результаты проходящей апробации, разработанной авторами группы методик на различных БСППБС, будут представлены в последующих публикациях.

Унифицированная система оценки качественных показателей и ФТС БСППБС позволит на основе статистической обработки групп полученных значений выявить взаимосвязи между отдельными показателями, а также построить на основе их корреляции специфические «градуировочные графики», обобщающие найденные функциональные зависимости между определяемыми величинами. Логическая рамка позволяет прогнозировать, например, наличие связей при взаимодействии целевого изучаемого продукта с водной и жировой фракциями при управляемом воздействии параметров технологического процесса. Выявленные в ходе проводимых исследова-

ований подобного рода связи, в дальнейшем при накоплении достаточного количества эмпирических данных, позволят на основе построения математических моделей определять диапазоны параметров и режимов осуществления технологических операций при наличии конкурирующих задач; например, подобрать оптимальную температуру гелеобразования для конкретного БСППБС, позволяющую не только достигнуть желаемых реологических свойств, но и обеспечить сохранность витаминов.

Наличие базы данных сопоставимых качественных показателей и свойств БСППБС (полученных на основе унифицированной системы оценки), а также силы выявленных связей между этими данными, в свою очередь, позволят определить потенциал использования конкретного БСППБС в изучаемых пищевых матрицах. Для разрабатываемых пищевых продуктов на основе БСППБС значения показателей их ФТС будут определяющими при достижении задач обеспечения функциональности, соответствия назначению, структурных, текстурных, вкусовых и иных свойств.

#### 4. Заключение

При изучении объектов, в отношении которых возможно распространить унифицированные подходы к оценке качества и ФТС БСППБС можно выделить:

- муку из бобовых, гидролизат муки,
- обезжиренную муку, гидролизат обезжиренной муки,
- белковые концентраты (разной степени содержания белка и концентраты, полученные в результате разных методов фракционирования),
- изоляты белка бобовых культур,
- гидролизаты концентратов и изолятов,
- экструдаты,
- сублимированная аквафаба.

Также сформулированные методики оценки качества и ФТС применимы для ряда продуктов более глубокой переработки, направленной на получение определенных фракций белка с заданной молекулярной массой и определенными ФТС.

В отношении БСППБС нами выделены группа идентификационных параметров и группа качественных показателей, объединяющая органолептические и физико-химические показатели. В отношении ФТС, требующих унификации и определения точных параметров условий реализации методик оценки выделены:

- гидрофильные свойства, включая растворимость, способность к набуханию, переходу в раствор белков и водоудерживающую способность;
- эмульгирующие, пенообразующие, геле/желеобразующие свойства;
- жирудерживающая способность.

При дальнейшей реализации группы методик унифицированной системы оценки ФТС БСППБС будут использоваться конкретные значения определяющих факторов, полученные на основе систематизации литературных источников: температура, давление, pH, время и скорость взбивания и центрифугирования. ФТС отдельных БСППБС также могут быть изучены для разных диапазонов таких определяющих факторов, как температура, pH и гидромодуль с учётом необходимости соблюдения условий при отборе лучших перспектив для введения в конкретную пищевую матрицу.

Оценка опыта включения бобовых в новые продукты, показывая, что органолептические свойства и ФТС БСППБС являются основой универсальности их применения в питании, а систематизация и унификация данных о показателях ФТС БСППБС и продуктов, получаемых на их основе, позволит этой информации значительно облегчить процессы проектирования новых видов продукции на основе растительного белка, расширить разрабатываемый ассортимент, повысить уровень значимых для потребителя качественных характеристик.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / REFERENCES

1. Goncharova, N. A., Merzlyakova, N. V. (2022). Food shortages and hunger as a global problem. *Food Science and Technology*, 42, Article e70621. <https://doi.org/10.1590/fst.70621>
2. Safdar, L. B., Foulkes, M. J., Kleiner, F. H., Searle, I. R., Bhosale, R. A., Fisk, I. D. et al. (2023). Challenges facing sustainable protein production: Opportunities for cereals. *Plant Commun*, 4(6), Article 100716. <https://doi.org/10.1016/j.xplc.2023.100716>
3. Kiani, A. K., Dhuli, K., Donato, K., Aquilanti, B., Velluti, V., Matera, G. et al. (2022). Main nutritional deficiencies. *Journal of Preventive Medicine and Hygiene*, 63(2 Suppl 3), E93-E101. <https://doi.org/10.15167/2421-4248/jpmh2022.63.2S3.2752>
4. Singh, N. (2022). Proteins isolates and hydrolysates: Structure-function relation, production, bioactivities and applications for traditional and modern high nutritional value-added food products. *International Journal of Food Science and Technology*, 57(9), 5567–6254. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15565>
5. Науменко, Н. В., Фаткуллин, Р. И., Калинина, И. В., Попова, Н. В., Радкевич, А. В. (2023). Возможности получения сырьевых ингредиентов растительного происхождения повышенной биодоступности. *Индустрия питания*, 8(4), 58–67. [Naumenko, N. V., Fatkullin, R. I., Kalinina, I. V., Popova, N. V., Radkevich, A. V. (2023). Production possibility of raw ingredients of plant origin with increased bioavailability. *Food Industry*, 8(4), 58–67. (In Russian)] <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2023-8-4-6>

6. Yazici, G. N., Taspinar, T., Binokay, H., Dagsuyu, C., Kokangul, A., Ozer, M. S. (2023). Investigating the potential of using aquafaba in eggless gluten-free cake production by multicriteria decision-making approach. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17(6), 5759–5776. <https://doi.org/10.1007/s11694-023-02077-2>
7. Kilici, M., Özmen, D., Bayram, M., Tokar, O. S. (2023). Usage of green pea aquafaba modified with ultrasound in production of whipped cream. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 32, Article 100724. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100724>
8. Azman, A. T., Mohd Isa, N. S., Mohd Zin, Z., Abdullah, M. A. A., Aidat, O., Zainol, M. K. (2023). Protein hydrolysate from underutilized legumes: Unleashing the potential for future functional foods. *Preventive Nutrition and Food Science*, 28(3), 209–223. <https://doi.org/10.3746/pnf.2023.28.3.209>
9. Рождественская, Л.Н., Чугунова, О.В. (2023). Технические решения для эффективного использования продовольственных ресурсов в технологии пищевых систем. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии*, 11(4), 6–18. [Rozhdestvenskaya, L.N., Chugunova, O.V. (2023). Technical solutions for the efficient use of food resources in food system technology. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*, 11(4), 6–18. (In Russian)] <https://doi.org/10.14529/food230401>
10. Клименко, А. А., Барсукова, Н. В. (28–30 ноября 2022). Исследование пенообразующих свойств аквафабы. Материалы I Международного конгресса «Новейшие достижения в области медицины, здравоохранения и здоровьесберегающих технологий». Кемерово: КГУ, 2022. [Klimenko, A. A., Barsukova, N. V. (November 28–30, 2022). Study of the foaming properties of aquafaba. The Latest Achievements of Medicine, Healthcare, and Health-Saving Technologies: Proceedings of the 1st International Congress. Kemerovo: KSU, 2022. (In Russian)] <https://doi.org/10.21603/-I-IC-52>
11. Вебер, А. Л., Леонова, С. А., Давлетов, Ф. А. (2019). Фитохимический потенциал и ингибиторная активность новых сортов зернобобовых культур. *Техника и технология пищевых производств*, 2, 281–288. [Veber, A. L., Leonova, S. A., Davletov, F. A. (2019). Phytochemical potential and inhibitory properties of new varieties of leguminous plants. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2, 281–288. (In Russian)] <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-281-288>
12. Красноштанова, А. А., Шульц, Л. В. (2022). Получение и оценка функциональных свойств белковых изолятов и гидролизатов из растительного сырья. *Химия растительного сырья*, 4, 299–309. [Krasnoshtanova, A. A., Schultz, L. V. (2022). Preparation and evaluation of functional properties of protein isolates and hydrolysates from plant raw materials. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 4, 299–309. (In Russian)] <https://doi.org/10.14258/jcprcm.20220410952>
13. Adhikari, S., Schop, M., de Boer, I. J. M., Huppertz, T. (2022). Protein quality in perspective: A review of protein quality metrics and their applications. *Nutrients*, 14(5), Article 947. <https://doi.org/10.3390/nu14050947>
14. Neji, C., Semwal, J., Kamani, M. H., Máthé, E., Sipos, P. (2022). Legume protein extracts: The relevance of physical processing in the context of structural, techno-functional and nutritional aspects of food development. *Processes*, 10(12), Article 2586. <https://doi.org/10.3390/pr10122586>
15. Shanthakumar, P., Klepacka, J., Bains, A., Chawla, P., Dhull, S. B., Najda, A. (2022). The current situation of pea protein and its application in the food industry. *Molecules*, 27(16), Article 5354. <https://doi.org/10.3390/molecules27165354>
16. Wood, R. (1999). How to validate analytical methods. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 18(9–10), 624–632. [https://doi.org/10.1016/S0165-9936\(99\)00150-8](https://doi.org/10.1016/S0165-9936(99)00150-8)
17. Boye, J., Zare, F., Pletch, A. (2010). Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Research International*, 43(2), 414–431. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.09.003>
18. Narpinder, S. (2022). Proteins isolates and hydrolysates: Structure-function relation, production, bioactivities and applications for traditional and modern high nutritional value-added food products. *International Journal of Food Science and Technology*, 57(9), 5567–5570. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15565>
19. Schmidt, H. de O., Oliveira, V. R. de. (2023). Overview of the Incorporation of legumes into new food options: An approach on versatility, nutritional, technological, and sensory quality. *Foods*, 12(13), Article 2586. <https://doi.org/10.3390/foods12132586>
20. Klupsaite, D., Gražina, J. (2015). Legume: Composition, protein extraction and functional properties. A review. *Chemical Technology*, 66(1), 5–12. <https://doi.org/10.5755/joi.ct.66.1.12355>
21. Adhikari, S., Schop, M., de Boer, I. J. M., Huppertz, T. (2022). Protein quality in perspective: A review of protein quality metrics and their applications. *Nutrients*, 14(5), Article 947. <https://doi.org/10.3390/nu14050947>
22. Гришин, Д. В., Покровская, М. В., Подобед, О. В., Гладиллина, Ю. А., Покровский, В. С., Александрова, С. С. и др. (2017). Прогнозирование термостабильности белков по их первичной структуре: современное состояние и факторы развития. *Биомедицинская химия*, 63(2), 124–131. [Grishin, D. V., Pokrovskaya, M. V., Podobed, O. V., Gladilina, Ju. A., Pokrovsky, V. S., Aleksandrova, S. S. et al. (2017). Prediction of protein thermostability from their primary structure: The current state and development factors. *Biomeditsinskaya Khimiya*, 63(2), 124–131. (In Russian)] <https://doi.org/10.18097/PBMC20176302124>
23. Grinberg, V. Y., Danilenko, A. N., Burova, T. V., Tolstoguzov, V. B. (1989). Conformation stability 11 S Globulins from seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 49(2), 253–248. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740490212>
24. Danilenko, A.N., Dianova, V.T., Braudo, E.E., Henning, T., Mothes, R. Schwenke, K.D. (1998). A novel approach to the evaluation of hydrophobicity of food proteins. *Nahrung*, 42(03–04), 179–182. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1521-3803\(199808\)42:03<179::AID-FOOD179>3.0.CO;2-B](https://doi.org/10.1002/(SICI)1521-3803(199808)42:03<179::AID-FOOD179>3.0.CO;2-B)
25. Balabanova, L., Golotin, V., Podvolotskaya, A., Rasskazov, V. (2015). Genetically modified proteins: Functional improvement and chimeragenesis. *Bioengineered*, 6(5), 262–274. <https://doi.org/10.1080/21655979.2015.1075674>
26. Kiosseoglou, V., Paraskevopoulou, A. (2011). Functional and physicochemical properties of pulse proteins. Chapter in a book: *Pulse Foods*. Academic Press, 2011. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-382018-1.00003-4>
27. Lam, A. C. Y., Can Karaca, A., Tyler, R. T., Nickerson, M. T. (2018). Pea protein isolates: Structure, extraction, and functionality. *Food Reviews International*, 34(2), 126–147. <https://doi.org/10.1080/87559129.2016.1242135>
28. Колпакова, В. В., Нечаев, А. П. (1995). Растворимость и водосвязывающая способность белковой муки из пшеничных отрубей. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*, 1–2(224–225), 31–33. [Kolpakova, V. V., Nechaev, A. P. (1995). Solubility and water binding capacity of protein flour from wheat bran. *Izvestiya Vuzov. Food Technology*, 1–2(224–225), 31–33. (In Russian)]
29. Колпакова, В. В., Бызов, В. А. (2024). Функциональные характеристики и молекулярно-структурная модификация растительных белков. Обзор. *Пищевые системы*, 7(3), 324–335. [Kolpakova, V. V., Byzov, V. A. (2024). Functional characteristics and molecular structural modification of plant proteins. Review. *Food Systems*, 7(3), 324–335. (In Russian)] <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-3-324-335>
30. Zare, F., Orsat, V., Boye, J. I. (2015). Functional, physical and sensory properties of pulse ingredients incorporated into orange and apple juice beverages. *Journal of Food Research*, 4(5), 143–156. <https://doi.org/10.5539/jfr.v4n5p143>
31. Soto-Madrid, D., Pérez, N., Gutiérrez-Cutiño, M., Matiaevich, S., Zúñiga, R. (2022). Structural and physicochemical characterization of extracted proteins fractions from chickpea (*Cicer arietinum* L.) as a potential food ingredient to replace ovalbumin in foams and emulsions. *Polymers*, 15, Article 110. <https://doi.org/10.3390/polym15010110>
32. Chang, L., Lan, Y., Bandillo, N.B., Ohm, J.-B., Chen, B., Rao, J. (2022). Plant proteins from green pea and chickpea: Extraction, fractionation, structural characterization and functional properties. *Food Hydrocolloids*, 123, Article 107165. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107165>
33. Гурова, Н.В., Попелю, И.А., Сучков, В.В., Ковалев, А.И., Марташов, Д.П. (2001). Методы определения функциональных свойств соевых белковых препаратов. *Мясная индустрия*, 9, 30–32. [Gurova, N. V., Popelo, I. A., Suchkov, V. V., Kovalev, A. I., Martashov, D. P. (2001). Methods for determining the functional properties of soy protein preparations. *Meat Industry*, 9, 30–32. (In Russian)]
34. Евдокимова, О. В., Гриминова, Е. Б., Толкунова, Н. Н., Прынишников, В. В. (2006). Функционально-технологические свойства белковых препаратов. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*, 2–3(191–293), 73–74. [Evdokimova, O.V., Griminova, E.B., Tolkunova, N.N., Pryanishnikov, V.V. (2006). Functional-technological properties of protein preparations. *Izvestiya Vuzov. Food Technology*, 2–3(191–293), 73–74. (In Russian)]
35. Корнен, Н. Н., Шахрай, Т. А., Лукьяненко, М. В., Скаляхов, А. А. (2015). Исследование технологических свойств растительных лецитинов. *Новые технологии*, 3, 19–24. [Kornen, N. N., Shakhrai, T. A., Lukanenkov, M. V., Skhalyakhov, A. A. (2015). Research of the technological properties of vegetable lecithins. *New Technologies*, 3, 19–24. (In Russian)]
36. Колпакова, В. В., Мартынова, И. В., Невский, А. А., Чумикина, Л. В. (2006). Функциональные свойства растительных белковых композитов и физико-химические характеристики их белков и липидов. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*, 4(293), 36–40. [Kolpakova, V. V., Martynova, I. V., Nevsky, A. A., Chumikina, L.V. (2006). Functional properties of plant protein composites and physico-chemical characteristics of their proteins and lipids. *Izvestiya Vuzov. Food Technology*, 4(293), 36–40. (In Russian)]
37. Скурихин, И.М., Тутельян, В.А. (1998). Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов. М.: Медицина, 1998. [Skurikhin, I.M., Tutelyan, V.A. (1998). Guidance on methods of analysis of quality and safety of food products. Moscow: Medicine, 1998. (In Russian)]
38. Махотина, И. А., Евдокимова, О. В., Щипанова, А. А., Рудась, П. Г., Фукс, С. Г. (2008). Функционально-технологические свойства муки из зерна бобовых. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*, 2–3(303–304), 42–44. [Makhotina, I.A., Evdokimova, O.V., Shchipanova, A.A., Rudas, P.G., Fuks, S.G. (2008). Functional-technological properties of flour from legume grain. *Izvestiya Vuzov. Food Technology*, 2–3(303–304), 42–44. (In Russian)]
39. Вайтанис, М. А., Ходырева, З. Р., Быкова, В. А., Жуманова, Г. Т. (2021). Исследование свойств фаршевых систем из мяса курицы и говяжьего языка с растительным сырьем. *Ползуновский вестник*, 4, 27–34. [Vaitanis, M. A., Khodyreva, Z. R., Bykova, V. A., Zhumanova, G. T. (2021). Investigation of the properties of minced systems of chicken meat and beef tongue with vegetable raw materials. *Polzunovskiy Vestnik*, 4, 27–34. (In Russian)] <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2021.04.004>
40. Величко, Н. А., Пьянзина, А. А. (2020). Разработка рецептуры и технологии мясного рубленого полуфабриката с растительным компонентом. *Вестник КрасГАУ*, 3(156), 164–170. [Velichko, N. A., Pyanzina, A. A. (2020). The development of the recipe and the technology of chopped meat semi-finished product with vegetable component. *The Bulletin of KrasGAU*, 3(156), 164–170. (In Russian)] <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-3-164-170>
41. Антипова, Л. В., Мищенко, А. А. (2016). Разработка мясных паштетов повышенной пищевой и биологической ценности с применением пророщенного зерна чечевицы. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*, 4, 115–120. [Antipova, L. V., Mishchenko, A. A. (2016). Development of meat pates with increased nutritional and biological value using sprouted lentil grain. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 4, 115–120. (In Russian)] <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-115-120>
42. Манжесов, В. И., Чурикова, С. Ю., Курчаева, Е. Е. (2011). Перспективы использования бобов фасоли для получения белковых концентратов. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 8, 64–65. [Manzhesov, V. I., Churikova, S. Yu., Kurchaeva, Ye. Ye. (2011). Perspective use of the beans for the production of protein concentrates. *Storage and Processing of Farm Products*, 8, 64–65. (In Russian)]
43. Миневич, И. Э., Цыганова, Т. Б., Черных, В. Я. (2020). Характеристика порошков белкового концентрата и полисахаридного экстракта, полученных из льняного сырья методом распылительной сушки. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 3, 46–57. [Minevich, I. E., Tsyganova, T. B., Chernykh, V. Ya. (2020). Characteristics of powders produced from flaxed raw materials using the spray drying method. *Storage and Processing of Farm Products*, 3, 46–57. (In Russian)] <https://doi.org/10.36107/spfp.2020.334>

44. Heredia-Leza, G. L., Martínez, L. M., Chuck-Hernandez, C. (2022). Impact of hydrolysis, acetylation or succinylation on functional properties of plant-based proteins: Patents, regulations, and future trends. *Processes*, 10(2), Article 283. <https://doi.org/10.3390/pr10020283>
45. Yang, M., Yang, J., Zhang, Y., Zhang, W. (2016). Influence of succinylation on physicochemical property of yak casein micelles. *Food Chemistry*, 190, 836–842. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.06.030>
46. Бердугина, А. В., Громов, А. С. (2009). Методика определения эмульсионных свойств белковых препаратов. *Пищевая промышленность*, 9, 35–37. [Berdutina, A.V., Gromov, A.S. (2009). Method of definition of emulsive properties of albuminous preparations. *Food Industry*, 9, 35–37. (In Russian)]
47. Колпакова, В. В., Волкова, А. Е., Нечаев, А. П. (1995). Эмульгирующие и пенообразующие свойства белковой муки из пшеничных отрубей. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*, 1–2(225–225), 34–37. [Emulsifying and foaming properties of protein flour from wheat bran. *Izvestiya Vuzov. Food Technology*, 1–2(224–225), 34–37. (In Russian)]
48. Ge, J., Sun, C., Corke, H., Gul, K., Gan, R., Fang, Y. (2020). The health benefits, functional properties, modifications, and applications of pea (*Pisum sativum* L.) protein: Current status, challenges, and perspectives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(4), 1835–1876. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12573>
49. Odelli, D., Sarigiannidou, K., Soliani, A., Marie, R., Mohammadifar, M. A., Jensen, F. (2022). Interaction between fish skin gelatin and pea protein at air-water interface after ultrasound treatment. *Foods*, 11(5), Article 659. <https://doi.org/10.3390/foods11050659>
50. Артемова, Е. Н. (2001). Формирование пенных структур пищевых продуктов, содержащих белки и пектины. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*, 4(263), 20–25. [Artemova, E. N. (2001). Formation of foam structures of food products containing proteins and pectins. *Izvestiya Vuzov. Food Technology*, 4(263), 20–23.] (In Russian)
51. Tomé, A. S., Pires, C., Batista, I., Sousa, I., Raymundo, A. (2015). Protein gels and emulsions from mixtures of Cape hake and pea proteins. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(2), 289–298. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6717>
52. Sathe, S. K., Deshpande, S. S., Salunkhe, D. K. (2006). Functional properties of lupin seed (*Lupinus mutabilis*) proteins and protein concentrates. *Journal of Food Science*, 47(2), 491–497. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1982.tb10110.x>
53. Рогов, И. А., Антипова, Л. В., Дунченко, Н. И. (2007). Химия пищи. М.: КолосС, 2007. [Rogov, I. A., Antipova, L. V., Dunchenko, N. I. (2007). *Food Chemistry*. Moscow: KolosS, 2007. (In Russian)]
54. Светлаков, Д. Б. (2004). Методики определения функционально-технологических свойств препаратов каррагинана. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2–3(279–280), 111–112. [Svetlakov, D. B. (2004). Methods for determination of functional-technological properties of carrageenan preparations. *Izvestiya Vuzov. Food Technology*, 2–3(279–280), 111–112.] (In Russian)
55. Shand, P. J., Ya, H., Pietrasik, Z., Wanasundara, P. K. J. P. D. (2007). Physicochemical and textural properties of heat-induced pea protein isolate gels. *Food Chemistry*, 102(4), 1119–1130. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.060>
56. Makri, E. A., Papalamprou, E. M., Doxastakis, G. I. (2006). Textural properties of legume protein isolate and polysaccharide gels. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(12), 1855–1862. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2531>
57. Shevkani, K., Singh, N., Kaur, A., Rana, J. C. (2015). Structural and functional characterization of kidney bean and field pea protein isolates: A comparative study. *Food Hydrocolloids*, 43, 679–689. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.07.024>
58. Паулов, Ю. В., Леваньков, С. В. (2008). Особенности формирования белковых гелей при термообработке мяса краба-стригуна опилио. *Известия ТИНРО*, 155, 318–326. [Paulov, Yu. V., Levankov, S. V. (2008). Protein gels formation under heat treatment of meat from the snow crab *Ch. opilio*. *Izvestia TINRO*, 155, 318–326. (In Russian)]
59. Wittek, P., Walther, G., Karbstein, H. P., Emin, M. A. (2021). Comparison of the rheological properties of plant proteins from various sources for extrusion applications. *Foods*, 10(8), Article 1700. <https://doi.org/10.3390/foods10081700>
60. Bychkova, E., Rozhdestvenskaya, L., Podgorbunskikh, E., Kudachyova, P. (2023). The problems and prospects of developing food products from high-protein raw materials. *Food Bioscience*, 56, Article 103286. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.103286>

| СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | AUTHOR INFORMATION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Принадлежность к организации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Affiliation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p><b>Рождественская Лада Николаевна</b> — кандидат экономических наук, заведующая кафедрой технологии и организации пищевых производств, Новосибирский государственный технический университет 630073, Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20</p> <p>ведущий научный сотрудник, отдел гигиенических исследований с лабораторией физических факторов, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7</p> <p>Тел.: +7–913–907–36–62</p> <p>E-mail: lada2006job@mail.ru</p> <p>ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-7250-0288">https://orcid.org/0000-0002-7250-0288</a></p> | <p><b>Lada N Rozhdestvenskaya</b>, Candidate of Economic Sciences, Head of the Department of Technology and Organization of Food Production, Novosibirsk State Technical University</p> <p>20, Karl Marx Ave., Novosibirsk, 630073, Russia</p> <p>Leading Researcher, Department of Hygienic Research with a Laboratory of Physical Factors, Novosibirsk Research Institute of Hygiene of Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Well-Being</p> <p>7, Parkhomenko str., Novosibirsk, 630108, Russia</p> <p>Tel.: +7–913–907–36–62</p> <p>E-mail: lada2006job@mail.ru</p> <p>ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-7250-0288">https://orcid.org/0000-0002-7250-0288</a></p> |
| <p><b>Ломовский Игорь Олегович</b> — кандидат химических наук, старший научный сотрудник, лаборатория механохимии, Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской академии наук 630090, Новосибирск, ул. Кутателадзе, 18</p> <p>Тел.: +7–923–249–61–31</p> <p>E-mail: lomovsky@solid.nsc.ru</p> <p>ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0001-8269-033X">https://orcid.org/0000-0001-8269-033X</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p><b>Igor O. Lomovkiy</b>, Candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Mechanochemistry, Institute of Solid State Chemistry and Mechanochemistry Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences</p> <p>18, Kutateladze str., Novosibirsk, 630090, Russia</p> <p>Tel.: +7–923–249–61–31</p> <p>E-mail: lomovsky@solid.nsc.ru</p> <p>ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0001-8269-033X">https://orcid.org/0000-0001-8269-033X</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p><b>Чугунова Ольга Викторовна</b> — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии питания Института менеджмента, предпринимательства и инжиниринга, Уральский государственный экономический университет 620144, Екатеринбург, ул. 8 Марта, 62</p> <p>Тел.: +7–912–243–92–17</p> <p>E-mail: chugun.ova@yandex.ru</p> <p>ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-7039-4047">https://orcid.org/0000-0002-7039-4047</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p><b>Olga V. Chugunova</b>, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Food Technology, Institute of Management, Entrepreneurship and Engineering, Ural State University of Economics</p> <p>62, 8 Marta str., 620144, Yekaterinburg, Russia</p> <p>Tel.: +7–912–243–92–17</p> <p>E-mail: chugun.ova@yandex.ru</p> <p>ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-7039-4047">https://orcid.org/0000-0002-7039-4047</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Критерии авторства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Contribution                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p>Авторы в равных долях имеют отношение к написанию рукописи и одинаково несут ответственность за плагиат.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>The authors are equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Конфликт интересов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Conflict of interest                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p>Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>The authors declare no conflict of interest.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |