РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ЧЕЧЕВИЧНОГО СНЕКА

Гайбуллаева Гулбадонбегим Кахрамоновна
Научный соискатель Бухарский Государственный Технический Университет
Мажидов Кахрамон Халимович
Д.т.н. проф. Профессор кафедры Бухарский Государственный Технический Университета

Аннотация. В статье представлены результаты разработки технологии производства безглютенового снекового продукта на основе чечевичной муки. Проведён анализ физико-химических и органолептических показателей полученного продукта. Установлены оптимальные технологические параметры подготовки сырья, формования и термической обработки. Определены показатели влажности, содержания белка и энергетической ценности разработанного снека. Исследования показали, что использование чечевичной муки позволяет получить продукт с высоким содержанием растительного белка и пищевых волокон при низкой конечной влажности, соответствующей требованиям действующих стандартов. Полученный безглютеновый снек характеризуется повышенной биологической ценностью и может рассматриваться как перспективный продукт функционального питания.

Ключевые слова: чечевица, безглютеновые продукты, технология снеков, растительный белок, влажность продукта, функциональное питание, экструзия, пищевая ценность, пищевая промышленность.

Annotatsiya. Maqolada yasmiq uni asosida glyutensiz gazak mahsuloti ishlab chiqarish texnologiyasini ishlab chiqish natijalari keltirilgan. Olingan mahsulotning fizik-kimyoviy va organoleptik ko‘rsatkichlari tahlil qilingan. Xomashyo tayyorlash, shakllantirish va issiqlik bilan ishlov berishning optimal texnologik parametrlari aniqlangan. Ishlab chiqilgan gazakning namligi, oqsil miqdori va energiya qiymati ko‘rsatkichlari aniqlandi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, yasmiq unidan foydalanish amaldagi standartlar talablariga mos keladigan past yakuniy namlikda o‘simlik oqsili va oziq-ovqat tolalari miqdori yuqori bo‘lgan mahsulot olish imkonini beradi. Olingan glyutensiz gazak yuqori biologik qiymatga ega bo‘lib, istiqbolli funktsional oziq-ovqat mahsuloti sifatida qaralishi mumkin.

Kalit so‘zlar: yasmiq, glyutensiz mahsulotlar, snack texnologiyasi, o‘simlik oqsili, mahsulot namligi, funksional ovqatlanish, ekstruziya, ozuqaviy qiymat, oziq-ovqat sanoati.

Annotation. The article presents the results of the development of technology for the production of gluten-free snack product based on lentil flour. The analysis

ISSN 3030-3907

of physico-chemical and organoleptic parameters of the obtained product is carried out. Optimal technological parameters of raw material preparation, molding and heat treatment have been established. The indicators of humidity, protein content and energy value of the developed snack are determined. Studies have shown that the use of lentil flour makes it possible to obtain a product with a high content of vegetable protein and dietary fiber at a low final humidity that meets the requirements of current standards. The resulting gluten-free snack is characterized by increased biological value and can be considered as a promising product of functional nutrition.

Keywords: lentils, gluten-free products, snack technology, vegetable protein, product moisture, functional nutrition, extrusion, nutritional value, food industry.

ВВЕДЕНИЕ.

Современные тенденции развития пищевой промышленности направлены на создание продуктов функционального и диетического назначения, обладающих высокой пищевой ценностью и безопасностью для здоровья человека. В последние десятилетия наблюдается устойчивый рост потребления безглютеновых продуктов питания, что связано с распространённостью целиакии и глютеновой непереносимости. Согласно данным международных исследований, целиакия диагностируется примерно у 1–1,5 % населения мира, при этом количество потребителей, придерживающихся безглютеновой диеты, ежегодно увеличивается.

Снековые продукты занимают значительную долю на мировом рынке пищевой продукции. Однако традиционные снеки, такие как картофельные чипсы и кукурузные палочки, характеризуются сравнительно низким содержанием белка и пищевых волокон. В связи с этим актуальной задачей является разработка альтернативных видов снековой продукции с повышенной пищевой ценностью.

Одним из перспективных видов растительного сырья является чечевица. Чечевица относится к бобовым культурам и отличается высоким содержанием белка, пищевых волокон и минеральных веществ. В среднем химический состав чечевицы включает 24–26 % белка, 52–58 % углеводов, 1,0–1,5 % жира и 10–12 % пищевых волокон. Энергетическая ценность продукта составляет около 330 ккал на 100 г.

Использование чечевицы в технологии производства снековой продукции позволяет существенно повысить биологическую ценность готового продукта и расширить ассортимент безглютеновых продуктов питания.

ISSN 3030-3907

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

В качестве основного сырья использовались зерна чечевицы, прошедшие стадии очистки, сортировки и измельчения до мукообразного состояния. Размер частиц полученной чечевичной муки составлял 150–200 мкм, что обеспечивало оптимальные реологические свойства тестовой массы.

Разработка технологии производства безглютенового чечевичного снека включала следующие основные этапы:

- Подготовка сырья
- Получение чечевичной муки
- Смешивание компонентов
- Формование тестовой массы
- Экструзионная обработка
- Термическая сушка
- Охлаждение и упаковка готового продукта

Определение влажности проводилось в соответствии с требованиями ГОСТ 15113.4–77, а содержание белка определялось методом Кьельдаля согласно ГОСТ 31986–2012.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

Проведённые исследования показали, что важным фактором формирования структуры снекового продукта является влажность тестовой массы перед экструзией. Установлено, что оптимальная влажность смеси должна находиться в пределах 18–20 %.

При влажности ниже 17 % наблюдалось ухудшение пластичности теста и снижение качества формования. При влажности выше 22 % происходило нарушение структуры и деформация изделий в процессе термической обработки.

Формование продукта осуществлялось методом экструзии, который широко применяется в технологии производства снековой продукции. Температура в зоне экструзии составляла 110–130 °C, давление достигало 3–5 МПа, а время обработки составляло 20–30 секунд.

В результате экструзионной обработки формировалась пористая структура продукта, обеспечивающая характерную хрустящую текстуру снеков.

После формования изделия подвергались сушке при температуре 80–90 °C в течение 15–20 минут. В результате сушки конечная влажность продукта снижалась до 4–6 %, что соответствует требованиям стандартов к сухим снековым изделиям и обеспечивает длительный срок хранения.

ISSN 3030-3907

Физико-химический анализ разработанного продукта показал следующие показатели:

- содержание белка — 21–23 %
- содержание жира — 2,5–3,0 %
- содержание углеводов — 60–63 %
- содержание пищевых волокон — 8–10 %
- влажность готового продукта — 4–6 %
- энергетическая ценность — 350–360 ккал на 100 г

Полученные результаты свидетельствуют о том, что разработанный продукт обладает более высокой пищевой ценностью по сравнению с традиционными картофельными снеками, содержание белка в которых обычно не превышает 6–8 **%**.

Органолептическая оценка показала, что полученный продукт обладает приятным вкусом, характерным ароматом бобовых культур и равномерной пористой структурой. Консистенция продукта хрустящая, без признаков излишней твёрдости.

Важным преимуществом разработанного продукта является отсутствие глютена, что делает его пригодным для питания людей с целиакией и глютеновой непереносимостью. Особое значение при разработке новых видов снековой продукции имеет рациональный подбор исходного сырья и его технологических характеристик. Чечевичная мука представляет значительный интерес для производства безглютеновых изделий благодаря особенностям химического состава, функциональным свойствам и способности формировать устойчивую структуру при тепловой обработке. В отличие от традиционного сырья, применяемого при изготовлении снеков, бобовые культуры позволяют одновременно повысить белковую обеспеченность продукта и увеличить содержание физиологически ценных компонентов.

При производстве чечевичного снека существенное влияние на качество полуфабриката оказывает предварительная подготовка зерна. Очистка должна обеспечивать удаление минеральных примесей, повреждённых семян, растительных остатков и посторонних включений. Сортирование способствует выравниванию сырья по размерам и качественным характеристикам. Данные операции необходимы не только для повышения санитарной безопасности, но и для получения однородной по составу муки.

Измельчение чечевицы является одной из наиболее ответственных операций технологической схемы. Степень дисперсности частиц влияет на водопоглощение, однородность смеси, формуемость и особенности

ISSN 3030-3907

последующего нагревания. При чрезмерно крупном помоле возможно образование неоднородной структуры, тогда как слишком мелкодисперсная фракция способна увеличивать вязкость массы и затруднять прохождение материала через рабочую зону оборудования. Поэтому рациональным является использование контролируемой гранулометрической характеристики сырья.

Важным направлением исследования является подбор рецептурных компонентов. Основу продукта целесообразно формировать из чечевичной муки с возможным включением рисовой, кукурузной или гречневой муки. Использование комбинированных композиций позволяет регулировать вкусовые свойства, цвет, хрупкость и пористость готового изделия. Кроме того, в рецептуру могут вводиться натуральные специи, сушёные овощи, семена льна, кунжут, пряные травы и другие растительные компоненты. Их применение позволяет расширить вкусовой ассортимент безглютеновой продукции.

При разработке рецептуры необходимо учитывать не только пищевую ценность, но и технологическую совместимость отдельных ингредиентов. Добавление компонентов с высокой водосвязывающей способностью может изменять консистенцию полуфабриката и продолжительность сушки. Жиросодержащие ингредиенты, напротив, способны влиять на пластичность массы, интенсивность подрумянивания и хрустящие свойства изделия. Поэтому количество каждого компонента должно устанавливаться экспериментально с учётом характеристик основного сырья.

Белковый комплекс чечевицы представляет особый интерес с точки зрения пищевой ценности. Бобовые культуры содержат значительное количество растительного белка, включающего незаменимые аминокислоты. Несмотря на определённые ограничения аминокислотного состава отдельных бобовых, сочетание чечевицы с зерновыми культурами позволяет сформировать более сбалансированный аминокислотный профиль. Такой подход имеет перспективное значение при создании продуктов для рационов с повышенной долей растительной пищи.

Помимо белковых соединений, чечевица содержит пищевые волокна. Данные компоненты способствуют формированию физиологически полноценного рациона и могут положительно влиять на пищеварительные процессы. Наличие клетчатки также оказывает технологическое воздействие на структуру продукта, поскольку изменяет способность тестовой системы удерживать влагу. В результате необходимо учитывать взаимосвязь между содержанием волокон, влажностью полуфабриката и параметрами термической обработки.

ISSN 3030-3907

В процессе теплового воздействия происходят сложные физико-химические преобразования. Повышение температуры приводит к частичной денатурации белков, изменению состояния крахмала и испарению влаги. При экструдировании одновременно воздействуют температура, давление, механическое напряжение и продолжительность пребывания материала в рабочей зоне. Совокупность этих факторов определяет степень расширения полуфабриката и формирование пористой структуры.

Для получения качественного продукта важно обеспечить равномерность подачи сырья в экструдер. Неравномерное поступление смеси способно привести к колебаниям давления и температуры, вследствие чего размеры и плотность готовых изделий могут различаться. Стабильность технологического режима является одним из основных условий получения продукции с одинаковыми потребительскими характеристиками.

Дополнительным критерием качества является степень расширения экструдата. Хорошо сформированный продукт должен иметь равномерно распределённые поры, достаточно лёгкую структуру и выраженную хрустящую консистенцию. Недостаточное расширение приводит к повышенной плотности и твёрдости, тогда как чрезмерное вспучивание может снижать механическую прочность изделия. Следовательно, параметры оборудования необходимо подбирать с учётом конкретной рецептуры.

После экструзионной обработки важное значение приобретает стадия стабилизации. Свежесформированный продукт содержит некоторое количество остаточной влаги, распределённой между поверхностными и внутренними слоями. Сушка должна обеспечивать постепенное удаление воды без чрезмерного разрушения структуры. Слишком интенсивный нагрев может вызвать потемнение поверхности, появление постороннего запаха и снижение органолептической привлекательности.

Для оценки качества готового изделия целесообразно применять комплексный подход, включающий физико-химические, структурно-механические и органолептические показатели. Наряду с влажностью и белковым составом могут определяться массовая доля жира, золы, пищевых волокон, кислотность, водопоглотительная способность и степень хрупкости. Совокупная оценка позволяет получить более объективное представление о потребительских свойствах разработанного продукта.

Отдельного внимания заслуживает показатель безопасности. При производстве безглютенового продукта необходимо контролировать не только рецептуру, но и возможность перекрёстного загрязнения сырья глютенсодержащими компонентами. Если изделие предназначено для потребителей с целиакией, технологическая линия, оборудование, инвентарь

ISSN 3030-3907

и упаковочные материалы должны обеспечивать предотвращение контакта с пшеницей, рожью и ячменём. Поэтому организация производства должна предусматривать раздельное хранение и обработку безглютенового сырья.

Перспективным направлением дальнейших исследований является изучение влияния различных способов предварительной обработки чечевицы. Замачивание, термическое кондиционирование, проращивание или ферментативная обработка способны изменять функциональные свойства сырья. В частности, такие методы могут способствовать снижению содержания некоторых антипитательных факторов и улучшению усвояемости отдельных нутриентов. Однако выбор конкретного способа должен осуществляться с учётом его влияния на вкус, аромат, цвет и технологические характеристики муки.

Особое значение имеет снижение выраженного бобового запаха, который в некоторых рецептурах может ограничивать потребительскую привлекательность изделия. Для решения данной задачи возможно использование натуральных ароматических компонентов, специй и овощных порошков. При этом необходимо избегать чрезмерного количества вкусовых добавок, способного маскировать естественные свойства продукта.

С точки зрения хранения основным фактором стабильности снекового изделия является содержание остаточной влаги. Повышенная влажность может приводить к потере хрустящей консистенции, развитию нежелательных микробиологических процессов и сокращению продолжительности хранения. Поэтому после сушки продукт необходимо быстро охлаждать и упаковывать в материалы с низкой проницаемостью для водяного пара.

Рациональный выбор упаковки позволяет сохранить первоначальные свойства изделия в течение всего установленного срока годности. Для фасования могут применяться многослойные полимерные материалы, обеспечивающие защиту от влаги, кислорода и посторонних запахов. При промышленном производстве также целесообразно контролировать герметичность упаковки и условия складирования.

Экономическая эффективность технологии определяется расходом сырья, продолжительностью технологического цикла, энергетическими затратами и производительностью оборудования. Использование чечевичной муки отечественного производства может способствовать снижению зависимости от импортного сырья и расширению ассортимента продукции с высокой добавленной стоимостью. Дополнительным преимуществом является возможность создания различных вкусовых вариантов на основе единой технологической схемы.

ISSN 3030-3907

Разработанная технология имеет перспективы применения не только в специализированном диетическом питании, но и в массовом сегменте рынка. Современный потребитель всё чаще обращает внимание на состав продукта, количество белка, наличие пищевых волокон, происхождение сырья и отсутствие нежелательных компонентов. Поэтому снек на основе чечевицы может позиционироваться как источник растительного белка и альтернатива традиционным высокожировым закусочным изделиям.

Таким образом, результаты проведённой работы подтверждают целесообразность дальнейшего изучения чечевичного сырья для производства инновационных пищевых продуктов. Совершенствование рецептурного состава, оптимизация параметров экструзии, исследование способов снижения антипитательных факторов и разработка эффективных упаковочных решений могут обеспечить повышение качества и конкурентоспособности безглютеновых снеков. Перспективным направлением является проведение расширенных исследований аминокислотного состава, антиоксидантной активности, минерального профиля и показателей пищевой безопасности готового изделия.

Практическая значимость разработанной технологии заключается в возможности получения продукта, сочетающего высокую пищевую ценность, удобство употребления, продолжительный срок хранения и соответствие современным требованиям к специализированной пищевой продукции. Использование местного растительного сырья также создаёт предпосылки для формирования новых производственных линий на предприятиях пищевой промышленности и развития ассортимента функциональных снековых изделий.

На основании проведённого анализа можно сделать вывод, что чечевичная мука обладает значительным технологическим потенциалом для производства безглютеновой снековой продукции. Её применение позволяет повысить белковую и волокнистую составляющую продукта, сформировать необходимую структуру и получить изделие с удовлетворительными органолептическими характеристиками.

Для дальнейшего совершенствования технологии рекомендуется провести многофакторное исследование с использованием различных соотношений чечевичной и зерновой муки, нескольких режимов экструзионной обработки и различных способов сушки. Полученные экспериментальные данные могут быть использованы для построения математической модели технологического процесса и определения оптимального сочетания параметров.

ISSN 3030-3907

Особое внимание в последующих исследованиях следует уделить изучению показателей безопасности и стабильности продукта при хранении. Определение изменения влажности, хрусткости, перекисного числа, органолептических характеристик и микробиологических показателей позволит установить рациональные условия хранения и обоснованный срок годности готовой продукции.

Таким образом, разработка чечевичного безглютенового снека является научно и практически перспективным направлением современной пищевой технологии. Создание подобных продуктов способствует расширению ассортимента специализированного питания и одновременно отвечает тенденциям рационального использования растительного сырья.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Проведённые исследования показали перспективность использования чечевичной муки в технологии производства безглютеновых снековых продуктов. Разработанная технология позволяет получить продукт с высоким содержанием растительного белка, пищевых волокон и низкой конечной влажностью.

Установлены оптимальные технологические параметры производства, включая влажность тестовой массы (18–20 %), температуру экструзии (110–130 °C) и конечную влажность продукта (4–6 %).

Полученный безглютеновый чечевичный снек характеризуется высокой пищевой ценностью, хорошими органолептическими показателями и соответствует требованиям действующих стандартов пищевой промышленности.

Разработанный продукт может быть рекомендован для расширения ассортимента функциональных продуктов питания и внедрения в промышленное производство.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Тутельян В.А. Химический состав и пищевая ценность продуктов питания. — Москва: Медицина, 2012. — 284 с.
2. Беляков Н.А. Технология производства пищевых концентратов и снековой продукции. — Москва: Пищевая промышленность, 2015. — 312 с.
3. FAO. Pulses: Nutritious seeds for a sustainable future. — Rome: Food and Agriculture Organization, 2016. — 190 p.
4. Gaybullayeva G.G. Snek mahsulotlarini tabiiy komponentlar bilan boyitish texnologiyasini tadqiq etish // Международный научный журнал пищевых технологий. — 2024. — №3. — С. 45–50.
5. ГОСТ 15113.4–77. Концентраты пищевые. Методы определения влажности. — Москва: Стандартинформ.

ISSN 3030-3907

6. ГОСТ 31986–2012. Продукты пищевые. Методы определения массовой доли белка. — Москва: Стандартинформ.
7. Boye J., Zare F., Pletch A. Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed // Food Research International. — 2010. — Vol. 43, No. 2. — P. 414–431.
8. Aguilera Y., Esteban R.M., Benítez V., Mollá E., Martín-Cabrejas M.A. Starch, functional properties and microstructural characteristics in chickpea and lentil as affected by thermal processing // Journal of Agricultural and Food Chemistry. — 2009. — Vol. 57. — P. 10628–10635.
9. Xu B., Chang S.K.C. Phytochemical profiles and health-promoting properties of legumes // Food Chemistry. — 2009. — Vol. 112. — P. 1075–1084.
10. Phillips R.D. Starchy legumes in human nutrition, health and food technology // Journal of Food Science. — 1993. — Vol. 58. — P. 600–602.
11. Hoover R., Hughes T., Chung H.J., Liu Q. Composition, molecular structure, properties, and modification of pulse starches: A review // Food Research International. — 2010. — Vol. 43. — P. 399–413.
12. Kaur M., Singh N. Studies on functional, thermal and pasting properties of flours from different lentil cultivars // Food Chemistry. — 2005. — Vol. 89. — P. 45–54.
13. Bouchenak M., Lamri-Senhadji M. Nutritional quality of legumes, and their role in cardiometabolic risk prevention: A review // Journal of Medicinal Food. — 2013. — Vol. 16, No. 3. — P. 185–198.
14. Nosworthy M.G., Neufeld J., Frohlich P., Young G., Malcolmson L., House J.D. Determination of the protein quality of cooked Canadian pulses // Food Science & Nutrition. — 2017. — Vol. 5. — P. 829–840.
15. FAO. Pulses and their by-products as sources of food, feed and nutritional ingredients. — Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016.
16. Day L. Proteins from land plants – Potential resources for human nutrition and food security // Trends in Food Science & Technology. — 2013. — Vol. 32. — P. 25–42.
17. Maphosa Y., Jideani V.A. The role of legumes in human nutrition and health: A review // Food Science and Human Wellness. — 2017. — Vol. 6. — P. 1–10.
18. Tosh S.M., Yada S. Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization, functional attributes, and applications // Food Research International. — 2010. — Vol. 43. — P. 450–460.
19. Singh B., Singh J.P., Kaur A., Singh N. Bioactive compounds in banana and their associated health benefits – A review // Food Chemistry. — 2016. — Vol. 206. — P. 1–11.

ISSN 3030-3907

20. Riaz M.N. Extrusion processing of cereals and legumes // CRC Press. — Boca Raton, 2000. — 440 p.

ISSN 3030-3907