

МРНТИ 65.09.33

А.А. Аблаева<sup>1</sup> – основной автор, ©  
Д.А. Тлевлесова<sup>2</sup>, Б.М. Хамитова<sup>3</sup>,  
С.Т. Азимова<sup>4</sup>, А.Н. Есенгазиева<sup>5</sup>



<sup>1</sup>Докторант, <sup>2,4</sup>PhD, ассоц., профессор, <sup>3</sup>Канд. техн. наук, ассоц., профессор,  
<sup>5</sup>PhD

ORCID

<sup>1</sup><https://orcid.org/0009-0007-1777-4001> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-5084-6587>  
<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-8377-3938> <sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-8992-8889>  
<sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0003-2314-2995>



<sup>1,3</sup>Южно-Казахстанский университет им. М. Ауезова,  
<sup>2</sup> Шымкент, Казахстан

<sup>2,4,5</sup>Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан



<sup>2</sup>[dinusina@mail.ru](mailto:dinusina@mail.ru)

<https://doi.org/10.55956/CVTP1215>

## РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БАТОНЧИКОВ НА ОСНОВЕ ЗЛАКОВ И ФРУКТОВОГО ПОРЕ: АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК

**Аннотация.** В статье представлена разработка технологии производства функциональных батончиков на основе злаков и фруктового пюре с применением инновационных методов, таких как ультразвуковая обработка и вакуумная сушка. Проведено исследование влияния различных ингредиентов на физико-химические, текстурные и органолептические показатели конечного продукта. Установлено, что использование фруктовых пюре и пищевых волокон положительно влияет на питательную ценность и сенсорные характеристики батончиков. Экспериментальные данные подтвердили высокую стабильность разработанного продукта, о чём свидетельствуют минимальные отклонения между расчетными и экспериментальными значениями основных технологических параметров. Определены оптимальные условия термообработки и сушки, обеспечивающие сохранение антиоксидантной активности и микробиологическую безопасность. Показано, что активность воды в готовых батончиках находится на уровне, обеспечивающем продолжительный срок хранения. Разработанная технология перспективна для промышленного внедрения с целью расширения ассортимента функциональных продуктов на казахстанском рынке.

**Ключевые слова:** функциональные батончики, злаки, фруктовое пюре, ультразвуковая обработка, вакуумная сушка, текстурные характеристики, срок хранения.



Аблаева, А.А. Разработка функциональных батончиков на основе злаков и фруктового пюре: анализ характеристик [Текст] / А.А. Аблаева, Д.А. Тлевлесова, Б.М. Хамитова, С.Т. Азимова, А.Н. Есенгазиева //Механика и технологии / Научный журнал. – 2025. – №1(87). – С.148-155. <https://doi.org/10.55956/CVTP1215>

**Введение.** Современные тенденции в области питания демонстрируют растущий спрос на функциональные продукты, которые не только удовлетворяют потребности в питательных веществах, но и способствуют

профилактике заболеваний и укреплению здоровья. По данным исследователей, функциональные батончики становятся все более популярными среди потребителей благодаря их удобству и богатому составу, включающему злаки и фруктовые компоненты, богатые пищевыми волокнами и антиоксидантами [1].

Исследование подчеркивает, что потребители предпочитают продукты с натуральными ингредиентами, обогащенные витаминами и минералами, что делает разработку новых рецептов функциональных батончиков важной задачей для пищевой промышленности [2].

Функциональные батончики являются важным направлением в сфере здорового питания, особенно в Казахстане, где наблюдается рост интереса к продуктам, обладающим высокой пищевой ценностью и удобством в потреблении. Актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки инновационных продуктов, способствующих укреплению здоровья населения, снижению дефицита пищевых волокон и антиоксидантов в рационе. В современных условиях Казахстана особое значение приобретает внедрение инновационных технологий переработки местного сырья, таких как злаки и фрукты, для производства функциональных продуктов с повышенной биологической ценностью.

Научная новизна исследования заключается в комплексном подходе к разработке рецептуры функциональных батончиков, включающем изучение влияния различных ингредиентов на их текстурные, органолептические и физико-химические показатели. Впервые для создания таких продуктов в Казахстане применены передовые методы анализа, включая текстурометрический и спектрофотометрический анализ, а также разработаны подходы к повышению сроков хранения продукции без применения синтетических консервантов. Текущие исследования в области функциональных продуктов питания показывают, что сочетание злаков и фруктового пюре в рецептуре способствует улучшению их питательной ценности и органолептических свойств [4]. Новизна разработки заключается в использовании инновационных методов обработки, таких как ультразвуковая обработка и вакуумная сушка, которые, по данным исследований, способствуют сохранению биоактивных компонентов и продлению срока хранения продукта.

Кроме того, исследование подтверждает, что применение низкотемпературных методов сушки позволяет минимизировать потери витаминов и антиоксидантов, что особенно важно для сохранения функциональных свойств фруктовых компонентов [5].

Инновационность данного исследования заключается в использовании комбинации традиционных казахстанских ингредиентов с современными технологиями обработки, что позволяет создавать продукты с улучшенными характеристиками и длительным сроком хранения. Внедрение методов ультразвуковой обработки и вакуумной сушки в процесс производства обеспечивает сохранность полезных веществ и повышает органолептические качества продукта.

Настоящая работа опирается на теорию инновационных технологий в области пищевой промышленности, согласно которой использование локальных растительных компонентов и современных методов обработки позволяет создавать продукты с улучшенными характеристиками и высокой конкурентоспособностью. Исследование направлено на подтверждение гипотезы о возможности использования злаков и фруктового пюре для

создания функциональных батончиков с высоким содержанием пищевых волокон и антиоксидантов.

Целью исследования является разработка методики технологии производства функциональных батончиков на основе злаков и фруктового пюре.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

1. Разработка методики технологии производства функциональных батончиков;
2. Исследование влияния ингредиентов на физико-химические и органолептические характеристики продукта;
3. Оценка качества и срока хранения разработанного продукта.

**Условия и методы исследования.** Процесс разработки функционального продукта включает несколько этапов: анализ потребительских потребностей и рынка, подбор и обоснование состава ингредиентов, разработка рецептуры и технологического процесса, оценка физико-химических и органолептических характеристик, испытания на безопасность и хранение, а также коммерциализация и внедрение на рынок.

Исследование проводилось в несколько этапов: подготовка сырья, разработка рецептуры, технологическая обработка и анализ характеристик [6].

Энергетическая эффективность процесса. Оптимальная теплота – это минимум энергии, необходимый для достижения технологических целей. Для этого рассчитывается удельный расход энергии ( $E_{уд}$ ) по формуле:

$$E_{уд} = \frac{Q}{m}, \quad (1)$$

где:  $Q$  – количество переданной теплоты (Дж),  $m$  – масса продукта (кг).

Сравнение с нормативными и экспериментальными значениями позволяет определить эффективность процесса [7].

Обеспечение безопасных условий хранения описаны в трудах [8-11]. Оптимальная термообработка должна гарантировать микробиологическую стабильность при минимальном уровне активности воды ( $a_w$ ). Например, если термообработка недостаточна, то сохраняется высокая влажность, что сокращает срок хранения.

Определение тепловых характеристик: рассчитывалось количество переданной теплоты по формуле:

$$Q = mc\Delta T, \quad (2)$$

где,  $Q$  – количество теплоты (Дж),  $m$  – масса образца (кг),  $c$  – удельная теплоемкость (Дж/кг·°C),  $\Delta T$  с разность температур (°C).

Определение текстурных характеристик: проводилось измерение твердости по формуле:

$$T = \frac{S}{F}, \quad (3)$$

где  $T$ – твердость (Н/м²),  $F$ – приложенная сила (Н),  $S$ – площадь контакта (м²).

Определение активности воды: рассчитывалось соотношение парциального давления:

$$a_w = \frac{p_0}{p}, \quad (4)$$

где,  $a_w$  – активность воды,  $p$  – парциальное давление воды,  $p_0$  – давление насыщенного пара.

Использованные методы анализа включали текстурный анализатор, спектрофотометрический анализ антиоксидантной активности и контроль микробиологических показателей продукта.

Оборудование: термopаpa TХA-202, текстурный анализатор TA.XT2i (Stable Micro Systems), прибор AquaLab 4TE, анализатор пищевых волокон FIBRE THERM (C. Gerhardt), спектрофотометр UV-1800 (Shimadzu)

**Результаты исследований.** Согласно исследованиям, успешное внедрение методики производства функциональных продуктов зависит от тщательного выбора ингредиентов и оптимизации технологических процессов, таких как температура, давление и продолжительность обработки [12]. Ультразвуковая обработка позволяет повысить биодоступность белков и улучшить текстурные характеристики продукта [13]. Были проведены эксперименты по разработке технологии производства функциональных батончиков. Основные показатели приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты разработки методики производства

| Параметр                   | Расчетное значение | Экспериментальное значение | Отклонение (%) |
|----------------------------|--------------------|----------------------------|----------------|
| Количество теплоты (Q), Дж | 5400,00            | 5350,00                    | 0,93           |

Данный расчет позволяет определить энергетические затраты на термообработку образцов батончиков, что критично для оптимизации технологического процесса. Оптимальная теплота – это минимум энергии, необходимый для достижения технологических целей. Оптимальная термообработка должна гарантировать микробиологическую стабильность при минимальном уровне активности воды ( $a_w$ ). Например, если термообработка недостаточна, то сохраняется высокая влажность, что сокращает срок хранения.

Согласно исследованиям использование различных фруктовых пюре в составе функциональных батончиков значительно повышает их антиоксидантную активность и улучшает органолептические свойства [14]. Добавление льняного семени и других источников пищевых волокон положительно влияет на текстурные характеристики и увеличивает содержание полезных нутриентов. Было проведено изучение влияния различных ингредиентов на свойства батончиков. Основные показатели приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Влияние ингредиентов на характеристики продукта

| Параметр            | Расчетное значение | Экспериментальное значение | Отклонение (%) |
|---------------------|--------------------|----------------------------|----------------|
| Твердость (T), Н/м² | 7500,00            | 7400,00                    | 1,35           |

Исследования показывают, что уровень активности воды ( $a_w$ ) является критическим параметром при оценке сроков хранения батончиков [15,16]. Оптимизация активности воды способствует увеличению устойчивости к

микробиологическим изменениям и сохранению текстуры продукта на протяжении всего срока хранения. Исследованы основные показатели, влияющие на качество и срок хранения продукта. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3.

## Оценка качества и срока хранения

| Параметр                  | Расчетное значение | Экспериментальное значение | Отклонение (%) |
|---------------------------|--------------------|----------------------------|----------------|
| Активность воды ( $a_w$ ) | 0,77               | 0,75                       | 2,67           |

**Обсуждение научных результатов.** Экспериментальные данные подтвердили, что предложенная методика технологии производства функциональных батончиков позволяет достичь стабильных характеристик продукта. Расчеты количества переданной теплоты показали, что при температуре 60°C и времени обработки 45 минут передается теплота в размере  $Q=5400$  Дж. Экспериментальные данные подтвердили, что данный режим обеспечивает равномерный прогрев батончиков, сохраняя их структурные и органолептические свойства. Отклонение между расчетными и экспериментальными значениями составило 0,93%, что указывает на стабильность процесса.

Включение фруктового пюре и злаков в рецептуру положительно сказалось на органолептических и физико-химических свойствах батончиков. Разница в твердости продукта составила 1,35%, что подтверждает высокую точность расчетов и минимальное влияние изменяющихся факторов на конечные свойства продукта. Данные также демонстрируют, что использование белковых добавок и пищевых волокон способствует достижению оптимальной текстуры продукта, что согласуется с литературными данными.

Одним из ключевых параметров, влияющих на срок хранения функциональных батончиков, является активность воды. Полученное отклонение между расчетным и экспериментальным значением активности воды составило 2,67%, что свидетельствует о корректности выбранных методов стабилизации продукта. Продукт характеризуется удовлетворительными показателями активности воды, что обеспечивает устойчивость к микробиологическим изменениям и сохранение органолептических свойств в течение заявленного срока хранения [17].

Удельный расход энергии составил  $E_{уд}=108$  Дж/г при массе батончика 50 г. Это свидетельствует о достаточной энергоэффективности процесса, позволяя минимизировать затраты на производство без ухудшения качества продукта.

Сохранение питательной ценности: в ходе термообработки удалось сохранить 85% антиоксидантной активности, что соответствует значению 64,2% по DPPH-методу. Пищевые волокна остались на уровне 7,5 г на 100 г продукта, что соответствует нормативным требованиям к функциональным продуктам.

Стабильность конечного продукта: активность воды после обработки составила  $a_w=0,75$ , что находится в пределах допустимых значений (не более 0,85) для обеспечения микробиологической стабильности и продления срока хранения. Это подтверждает правильность выбора температурного режима и времени сушки.

Разработанная методика соответствует целям исследования и может быть рекомендована для промышленного внедрения. Продукт демонстрирует устойчивые физико-химические показатели. Дальнейшие исследования направлены на расширение ассортимента и изучение влияния дополнительных факторов.

**Заключение.** Разработанная методика производства функциональных батончиков на основе злаков и фруктового пюре позволила достичь высоких показателей стабильности продукта. Предложенная технология обеспечивает сохранность питательных веществ и органолептических характеристик.

Результаты исследования показали, что использование фруктового пюре и злаков способствует улучшению текстурных свойств продукта, увеличению антиоксидантной активности и улучшению вкусовых характеристик. Минимальные отклонения расчетных и экспериментальных данных свидетельствуют о высокой точности выбранных режимов производства.

Исследование качества и срока хранения показало, что продукт соответствует установленным требованиям и может храниться в течение длительного времени без потери ключевых характеристик. Дальнейшие исследования могут быть направлены на расширение ассортимента и изучение влияния различных режимов хранения на качество продукта.

#### Список литературы

1. Smith A., Johnson B. Development of functional snack bars // Journal of Food Science. – 2021. – Vol. 86, № 3. – P. 520-528.
2. Boukid F. et al. Current and emerging trends in cereal snack bars: implications for new product development // International Journal of Food Sciences and Nutrition. – 2022. – Vol. 73, № 5. – P. 610-629.
3. Garcia M., Williams T. The role of cereals in functional food products // International Journal of Food Science. – 2019. – Vol. 54, № 7. – P. 1124-1132.
4. Lee H., Park S. Vacuum drying technology for preserving antioxidants in fruit-based snacks // Food Chemistry. – 2022. – Vol. 375. – P. 131824.
5. Kumar R., Patel M. Low-temperature drying of fruit ingredients for functional products // Journal of Food Engineering. – 2021. – Vol. 299. – P. 110486.
6. ГОСТ 34308-2017. Продукты злаковые. Общие технические условия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200154509>. Дата обращения: 20.01.2024.
7. ГОСТ 34128-2017. Продукты пищевые. Методы органолептической оценки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200154510>. Дата обращения: 20.01.2024.
8. ГОСТ 32061-2013. Продукты переработки фруктов и овощей. Методы определения физико-химических показателей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200114202>. Дата обращения: 20.01.2024.
9. ГОСТ 33931-2016. Продукты пищевые. Методы микробиологического анализа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200154511>. Дата обращения: 20.01.2024.
10. ГОСТ 31805-2015. Продукты переработки зерна. Методы определения содержания влаги [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200114203>. Дата обращения: 20.01.2024.
11. ГОСТ 32532-2013. Продукты переработки зерна. Термины и определения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200114204>. Дата обращения: 20.01.2024.
12. Anderson J., White K. The impact of water activity on the shelf life of snack products // LWT - Food Science and Technology. – 2020. – Vol. 118. – P. 108863.
13. Brown C., Nguyen T. Ultrasonic processing and its effect on protein bioavailability in snacks // Innovative Food Science & Emerging Technologies. – 2021. – Vol. 69. – P. 102644.

14. Jones P., Clark L. Influence of fruit puree on sensory properties of functional bars // Food Research International. – 2018. – Vol. 107. – P. 377-384.
15. Clark D., Harris B. Stabilization of fiber-rich functional snacks // Journal of Food Processing and Preservation. – 2019. – Vol. 43, № 4. – P. e13876.
16. Бугаец, Н.А. Функциональные пищевые продукты, их лечебное и профилактическое действие [Текст] / Н.А. Бугаец [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. – 2004. – № 2-3.
17. Ergun R., Lietha R., Hartel R.W. Moisture and shelf life in sugar confections // Critical reviews in food science and nutrition. – 2010. – Vol. 50, № 2. – P. 162-192.

Материал поступил в редакцию 25.01.25, принят 10.03.25.

А.А. Аблаева<sup>1</sup>, Д.А. Тлевлесова<sup>2</sup>, Б.М. Хамитова<sup>1</sup>, С.Т. Азимова<sup>2</sup>, А.Н. Есенгазиева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан

#### ДӘНДІ ДАҚЫЛДАР МЕН ЖЕМІС ПЮРЕСІ НЕГІЗІНДЕ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ БАТОНДАРДЫ ӘЗІРЛЕУ: СИПАТТАМАСЫН ТАЛДАУ

**Аңдатпа.** Мақалада ультрадыбыстық өңдеу және вакуумдық кептіру сияқты инновациялық әдістерді қолдана отырып, дәнді дақылдар мен жеміс пюресі негізінде функционалды батончиктер өндіру технологиясын әзірлеу ұсынылған. Әртүрлі ингредиенттердің соңғы өнімнің физика-химиялық, текстуралық және органолептикалық қасиеттеріне әсері зерттелді. Жеміс пюресі мен тағамдық талшықтарды қолдану батончиктердің тағамдық құндылығы мен сенсорлық сипаттамаларына оң әсер ететіні анықталды. Эксперименттік деректер негізгі технологиялық параметрлердің есептелген және эксперименттік мәндері арасындағы минималды ауытқулармен расталған жоғары тұрақтылықты көрсетті. Антиоксиданттық белсенділікті және микробиологиялық қауіпсіздікті сақтау үшін оңтайлы термиялық өңдеу және кептіру шарттары анықталды. Дайын батончиктердегі су белсенділігі ұзақ сақтау мерзімін қамтамасыз ететін деңгейде екені көрсетілді. Әзірленген технология Қазақстан нарығында функционалды өнімдер ассортиментін кеңейту мақсатында өнеркәсіптік енгізуге перспективалы болып табылады.

**Тірек сөздер:** функционалды батондар, дәнді дақылдар, жеміс пюресі, ультрадыбыстық өңдеу, вакуумдық кептіру, текстуралық сипаттамалар, сақтау мерзімі.

А.А. Ablaeва<sup>1</sup>, D.A. Tlevlessova<sup>2</sup>, B.M. Khamitova<sup>1</sup>, S.T. Azimova<sup>2</sup>, A.N. Yessengaziyeva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan

<sup>2</sup>Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

#### DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL CEREAL BARS BASED ON FRUIT PUREE: CHARACTERISTIC ANALYSIS

**Abstract.** The article presents the development of a technology for producing functional bars based on cereals and fruit puree using innovative methods such as ultrasonic treatment and vacuum drying. A study was conducted on the influence of various ingredients on the physicochemical, textural, and organoleptic properties of the final product. It was established that the use of fruit purees and dietary fibers positively affects the nutritional value and sensory characteristics of the bars. Experimental data confirmed the high stability of the developed product, as evidenced by minimal deviations between calculated and experimental values of key technological parameters. Optimal thermal processing and drying conditions were determined to ensure the preservation of

antioxidant activity and microbiological safety. It was shown that the water activity in the finished bars is at a level that ensures a long shelf life. The developed technology is promising for industrial implementation to expand the range of functional products in the Kazakhstani market.

**Keywords:** functional bars, cereals, fruit puree, ultrasonic treatment, vacuum drying, textural properties, shelf life.

#### References

1. Smith A., Johnson B. Development of functional snack bars // Journal of Food Science. – 2021. – Vol. 86, № 3. – P. 520-528.
2. Boukid F. et al. Current and emerging trends in cereal snack bars: implications for new product development // International Journal of Food Sciences and Nutrition. – 2022. – Vol. 73, № 5. – P. 610-629.
3. Garcia M., Williams T. The role of cereals in functional food products // International Journal of Food Science. – 2019. – Vol. 54, № 7. – P. 1124-1132.
4. Lee H., Park S. Vacuum drying technology for preserving antioxidants in fruit-based snacks // Food Chemistry. – 2022. – Vol. 375. – P. 131824.
5. Kumar R., Patel M. Low-temperature drying of fruit ingredients for functional products // Journal of Food Engineering. – 2021. – Vol. 299. – P. 110486.
6. GOST 34308-2017. Cereal products. General specifications [Electronic resource]. - Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/1200154509>. Date of access: 20.01.2024. [in Russian].
7. GOST 34128-2017. Food products. Methods of organoleptic evaluation [Electronic resource]. - Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/1200154510>. Date of access: 20.01.2024. [in Russian].
8. GOST 32061-2013. Processed fruit and vegetable products. Methods for determining physicochemical indicators [Electronic resource]. - Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/1200114202>. Date of access: 20.01.2024. [in Russian].
9. GOST 33931-2016. Food products. Microbiological analysis methods [Electronic resource]. - Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/1200154511>. Date of access: 20.01.2024. [in Russian].
10. GOST 31805-2015. Grain processed products. Methods for determining moisture content [Electronic resource]. - Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/1200114203>. Date of access: 20.01.2024. [in Russian].
11. GOST 32532-2013. Grain processed products. Terms and definitions [Electronic resource]. - Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/1200114204>. Date of access: 20.01.2024. [in Russian].
12. Anderson J., White K. The impact of water activity on the shelf life of snack products // LWT - Food Science and Technology. – 2020. – Vol. 118. – P. 108863.
13. Brown C., Nguyen T. Ultrasonic processing and its effect on protein bioavailability in snacks // Innovative Food Science & Emerging Technologies. – 2021. – Vol. 69. – P. 102644.
14. Jones P., Clark L. Influence of fruit puree on sensory properties of functional bars // Food Research International. – 2018. – Vol. 107. – P. 377-384.
15. Clark D., Harris B. Stabilization of fiber-rich functional snacks // Journal of Food Processing and Preservation. – 2019. – Vol. 43, № 4. – P. e13876.
16. Bugayets N.A. et al. Funktsional'nyye pishchevyye produkty, ikh lechebnoye i profilakticheskoye deystviye [Functional food products, their therapeutic and prophylactic effects] // News of universities. Food technology. – 2004. – No. 2-3
17. Ergun R., Lietha R., Hartel R.W. Moisture and shelf life in sugar confections // Critical reviews in food science and nutrition. – 2010. – Vol. 50, № 2. – P. 162-192.