

## Хлеб с добавлением экструдата смеси бобов вигны и зерна пшеницы

*Курочкин А.А., Буренкова С.А.*

**Аннотация.** В работе представлен материал, свидетельствующий о том, что обогащение хлеба экструдатом смеси бобов вигны овощного направления и зерна пшеницы, технологически возможно и экономически целесообразно. Обоснованы основные параметры технологии получения поликомпонентного обогатителя на основе бобов вигны, который может найти применение для выработки функциональных или обогащенных хлебобулочных изделий. Приведены данные рациональной дозировки предлагаемого обогатителя. Проанализированы результаты пробной выпечки хлеба с добавлением экструдата смеси бобов вигны и зерна пшеницы, а также показатели качества полученных изделий в части их органолептической оценки и физико-химических показателей.

**Ключевые слова:** хлеб, технология, экструдат, бобы, вигна, пшеница, термовакуумная экструзия.

**Для цитирования:** Курочкин А.А., Буренкова С.А. Хлеб с добавлением экструдата смеси бобов вигны и зерна пшеницы // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 1. С. 32–37.

## Bread with the addition of extrudate a mixture of vigna beans and wheat grains

*Kurochkin A.A., Burenkova S.A.*

**Abstract.** The paper presents the material indicating that the enrichment of bread with extrudate of a mixture of vegetable beans and wheat grains is technologically possible and economically feasible. The main parameters of the technology for obtaining a multicomponent fortifier based on vigna beans, which can be used for the production of functional or enriched bakery products, are substantiated. The data of the rational dosage of the proposed concentrator are given. The results of the trial baking of bread with the addition of extrudate of a mixture of vigna beans and wheat grain, as well as the quality indicators of the products obtained in terms of their organoleptic evaluation and physico-chemical parameters are analyzed.

**Keywords:** bread, technology, extrudate, beans, vigna, wheat, thermal vacuum extrusion.

**For citation:** Kurochkin A.A., Burenkova S.A. Bread with the addition of extrudate a mixture of vigna beans and wheat grains. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2023. Vol. 10. No. 1. pp. 32–37. (In Russ.).

### Введение

Хлеб и хлебобулочные изделия относятся к пищевым продуктам, для которых целесообразность обогащения функциональными ингредиентами является достаточно очевидной.

Известно, что одним из наиболее эффективных путей повышения биологической ценности хлеба является использование высокобелковых продуктов переработки бобовых культур, которые могут применяться в виде муки, пюре, экструдатов и др. Практическая реализация этого направления в развитии технологий хлебобулочных изделий существенным образом определяется рациональным выбором культур, на основе которых вырабаты-

ются обогащающие добавки, а также сложностью их получения [1, 5, 6].

С этой точки зрения самое пристальное внимание заслуживает такая сельскохозяйственная культура как вигна, которая по мнению авторитетных ученых, является перспективным для России овощным интродуцентом [7].

Семена вигны содержат 23,35-30,51% белка, из которого легкорастворимые фракции составляют около 80,0%.

Белки семян вигны имеют гармоничный аминокислотный состав. Биологическая ценность белка в зависимости от сорта растения составляет 61,7-63,5%, а содержание лизина достигает 6,09-7,45% от общей массы белка [2, 4, 8].

Преобладающим углеводом в семенах вигны

является крахмал (45,94-48,38%), а основным компонентом в общем количестве растворимых сахаров – сахароза (2,24-2,83%).

Содержание липидов в различных сортах вигны составляет 1,57-2,16%. При этом анализ жирнокислотного состава семян вигны показывает преимущественное содержание в них ненасыщенных жирных кислот – линолевой и линоленовой.

Из числа «балластных веществ» семена вигны содержат значительное количество клетчатки (3,46-4,02%), пектиновых веществ (2,98-3,15%) и гемицеллюлоз (4,25-5,18 %).

Содержание золы в семенах вигны составляет 3,14-3,87%. Высокая ценность золы семян вигны овощной обусловлена высоким содержанием в ее составе калия и магния (1001,2-1327,8 мг и 159,0-177,3 мг на 100 г сухого вещества соответственно) [2, 8].

Семена вигны – ценный источник витаминов: тиамин (0,56-0,62 мг), рибофлавин (0,14-0,18 мг), ниацин (2,23-2,66 мг), токоферол (3,88-4,34 мг на 100 г сухого вещества) [8].

Анализ исследований, связанных с применением семян вигны, позволяет сделать выводы о возможности их применения в качестве функциональных добавок при выработке хлеба [10] и печенья [11].

Важно отметить, что свойства вигны в зависимости от вида, степени созревания, составной части растения – семена или бобы (створки), существенно отражаются на содержании в ней полезных ингредиентов. С этой точки зрения целесообразно использовать сорта вигны, которые соответствуют рациональному направлению хозяйственного использования – овощному или зерновому.

По содержанию практически всех наиболее ценных ингредиентов бобы вигны овощной (овощного направления использования) и зерновой в стадии биологической спелости (зрелости) практически одинаковы. Например, анализ биохимического состава зеленых бобов показал, что содержание протеина у исследуемых образцов варьировало от 17,7 до 23,1 %, ( $V=7,3$  %); содержание жира изменялось от 1,7 до 3,6 %, ( $V=21,3$  %); клетчатки – от 11,8 до 20,3 %, ( $V=15,3$  %); золы – от 5,1 до 6,8 %, ( $V=7,6$  %), БЭВ (безазотистые экстрактивные вещества) – от 49,7 до 59,7 %, ( $V=6,2$  %) [2].

Известно, что обогащение ингредиентами, вырабатываемыми из семян бобовых культур, может осуществляться путем введения их в рецептуру пищевых продуктов в виде сухих смесей, пюре, экстрактов и экструдатов [5, 6, 9].

Последний способ обогащения наиболее предпочтителен по сравнению с другими в силу своей универсальности и наименьшей трудоемкости [3]. По отношению к семенам вигны этот подход убедительно подтверждается работой, опубликованной в 2022 году Kesselly S. R., Mugabi R., Vyaruhanga Y. B. [9].

Следует отметить, что изначально вопрос применения вигны в качестве функциональной добавки к пищевым продуктам лежит как в научной, так и практической плоскости – в какой стадии спелости целесообразно ее применение. В стадии биологической спелости семена вигны овощной (рис. 1) имеют повышенное содержание нерастворимой клетчатки, а также следы антипитательных веществ [8, 9]. В связи с этим такие семена перед эструдированием рекомендуется вымачивать, сушить, измельчать и просеивать.

Несколько иной подход может быть реализован при переработке вигны овощной в стадии технической спелости: в этот период развития растения в нем меньше нерастворимых пищевых волокон, а семена – более нежные, мягкие и еще окончательно не потемнели (рис. 2).

В этом варианте для получения экструдата вигну овощную можно использовать в виде бобов (стручков), что позволит одновременно значительно увеличить объем вовлекаемого в переработку сырья.

Цель работы – обоснование технологии производства хлеба с добавлением экструдата смеси бобов вигны и зерна пшеницы.

Цель работы – обоснование технологии производства хлеба с добавлением экструдата смеси бобов вигны и зерна пшеницы.

### Объекты и методы исследования

Технологические параметры процесса экструзии смеси бобов вигны и зерна пшеницы. Технологи



Рис. 1 – Семена вигны овощной (сорт – Длинные рукава) в стадии биологической спелости



Рис. 2 – Бобы вигны овощной (сорт – Длинные рукава) в стадии технической спелости

гия производства хлеба с добавлением экструдата смеси бобов вигны и зерна пшеницы.

### Результаты и их обсуждение

С точки зрения экструдирования бобов вигны овощного направления (далее по тексту – бобов вигны) в стадии технической спелости имеется существенный технологический недостаток – они имеют повышенную влажность – 44-47%, при которой экструдировать их известными способами невозможно.

Одним из рациональных способов применения бобов вигны в качестве функциональной добавки может быть пищевой композит, представляющий собой экстрадированную смесь бобов вигны и зерна пшеницы. Подобные пищевые композиты могут быть получены с помощью термовакуумной экструзии и нашли применение при производстве различных пищевых продуктов [3].

В связи с поставленной целью исследований первым их этапом было обоснование технологии получения экструдата смеси бобов вигны и зерна пшеницы.

Для решения этой задачи бобы вигны в стадии технической спелости влажностью 44-47% измельчали на частицы размером 2-3 см и смешивали с зерном пшеницы влажностью 14% в соотношении 1:2.

Полученную смесь выдерживали в смесителе в течение 1,0-1,5 часов, после чего экструдировали в

термовакуумном экструдере в течение 10-15 секунд при температуре 100-110°C. На выходящий из фильеры экструдера экструдат воздействовали пониженным давлением, равным 0,07-0,08 МПа с целью более интенсивного «вскипания» (вспучивания) и достижения в нем влаги 10-12 %. Одновременно экструдат разрезался на частицы размером 0,3-0,4 мм режущим устройством, входящим в состав экструдера.

Второй этап работы был связан с получением технического результата в части способа производства хлеба с улучшенным составом и повышенной пищевой и биологической ценностью, при более простом и технологичном получении обогатителя.

Технологичность способа выражается в получении экструдата смеси, ранее не применявшейся в пищевых технологиях, а также использовании специального оборудования и подготовительных приемов, способствующих эффективному применению полученного обогатителя в составе хлеба.

Способ производства хлеба заключается в следующем. Получают экструдат смеси бобов вигны и зерна пшеницы и смешивают его в количестве 15-20% к массе муки с ингредиентами, входящими в рецептуру хлеба (дрожжи хлебопекарные прессованные, раствор соли, вода).

Тесто готовят безопасным методом и замешивают его из муки пшеничной высшего сорта или первого сорта или их смеси в любом соотношении. В процессе его приготовления в муку добавляют хлебопекарные прессованные дрожжи, раствор

Таблица 1 – Показатели хлеба, полученного в соответствии с предлагаемым способом

Показатели хлеба с экструдатом смеси бобов вигны и зерна пшеницы	Контрольный образец	Количество экструдата смеси бобов вигны и зерна пшеницы, % к массе муки		
		15	20	25
<b>Органолептическая оценка</b>				
Внешний вид	Правильная форма, поверхность без трещин	Правильная форма, поверхность без трещин	Правильная форма, поверхность без трещин	Правильная форма, поверхность с едва заметными трещинами
Цвет	Светлый	Светлый с серовато-желтым оттенком	Светлый с серовато-желтым оттенком	Светло-коричневый
Состояние мякиша	Пропеченный, эластичный, пористость равномерная	Пропеченный, эластичный, без комочков, равномерная пористость без уплотнений	Пропеченный, эластичный, без комочков, равномерная пористость без уплотнений	Пропеченный, эластичный, без комочков, равномерная пористость без уплотнений
Вкус	Свойственный данному виду изделия	Более выраженный	Легкий привкус фасоли	Выраженный привкус фасоли
Запах	Свойственный данному виду изделия	Более ароматный	Легкий аромат фасоли	Свойственный поджаренной фасоли
<b>Физико-химические показатели</b>				
Пористость, %	82	84	85	80
Влажность, %	40	41	42	44
Удельный объем, см <sup>3</sup> /100 г	760	777	781	750

соли, воду, а также экструдат смеси бобов вигны и зерна пшеницы.

Замешенное тесто влажностью 44-45 % оставляют для брожения на 160 минут при температуре 32-34°C. Во время брожения через 50-60 минут проводят обминку теста.

Выброженное тесто подают на разделку, где его делят на куски заданной массы и производят округление заготовок вручную или с помощью соответствующих машин.

Далее округленные тестовые заготовки подают на расстойку в расстойный шкаф при температуре воздуха 35-40°C и относительной влажности 75-85%.

Расстоявшиеся тестовые заготовки направляют на выпечку при температуре 210-220°C и продолжительности этой технологической операции 25-30 минут.

Результаты оценки показателей качества хлеба, приготовленного с применением различного количества экструдата смеси бобов вигны и зерна пшеницы к массе используемой муки, приведены в табл. В качестве контрольного образца принимался хлеб, при выпечке которого замена части пшеничной муки на экструдат не проводилась.

Анализ приведенной таблицы показывает, что при использовании экструдата смеси бобов вигны и зерна пшеницы в количестве 15-20 % к массе муки пшеничной первого сорта образцы хлеба характеризуются по внешнему виду, как нерасплывчатые, без притисков, округлой формы, с поверхностью без трещин. Они имеют привлекательный внешний вид, приятный вкус и аромат. При этом образцы хлеба с добавлением 25 % экструдата смеси бобов вигны и зерна пшеницы к массе муки пшеничной первого сорта имеют выраженный привкус фасоли, а запах – свойственный слегка поджаренной фасоли.

Структура пористости: средняя, равномерная, развитая; мякиш хорошо пропеченный, невлажный, не липкий на ощупь, с едва заметными включениями частиц экструдата. Цвет мякиша готового изделия – от светлого с серовато-желтым оттенком до светло-коричневого.

При добавлении 15 % экструдата смеси бобов

вигны и зерна пшеницы к массе муки пшеничной первого сорта пористость хлеба увеличивается на 2,4 %, удельный объем – на 2,2 %, влажность – в пределах, установленных стандартом. При использовании 20 % экструдата смеси бобов вигны и зерна пшеницы к массе муки пшеничной первого сорта пористость хлеба увеличивается на 3,5 %, удельный объем увеличивается на 2,7 %, влажность – в пределах, установленных стандартом. При добавлении 25 % экструдата смеси бобов вигны и зерна пшеницы к массе муки пшеничной первого сорта пористость хлеба снижается на 2,4 % по отношению к контролю, удельный объем – на 1,3 %, влажность увеличивается на 9,1 % по отношению к контролю.

Использование предлагаемого способа позволяет получить хлеб с обогащенным составом при сохранении высокого качества, потребительских свойств и снизить потерю питательных веществ бобов вигны, за счет использования термовакуумного экструдера для получения экструдата. Общие затраты на производство хлеба по предлагаемому способу будут снижены за счет уменьшения количества технологических операций и технических средств при подготовке бобов вигны в качестве ингредиента готового продукта.

## Выводы

Таким образом, при использовании экструдата смеси бобов вигны и зерна пшеницы в количестве 15-20% к массе муки пшеничной хлеб имеет привлекательный внешний вид, приятный вкус и аромат. Структура пористости: средняя, равномерная, развитая; мякиш хлеба хорошо пропеченный, не влажный, не липкий на ощупь, с едва заметными включениями частиц экструдата. Цвет мякиша готового хлеба светлый и светлый с серовато-желтым оттенком.

Применение предлагаемого способа позволяет получить хлебобулочные изделия, обогащенные функциональными ингредиентами, при сохранении высокого качества и использовать для производства этих изделий бобы вигны овощной с влажностью 44-47%.

## Литература

- [1] Волох, Е.Ю. Разработка технологии производства пшеничного хлеба с использованием добавок из бобовых культур: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 05.18.01 / Волох Елена Юрьевна. Махачкала, 2017. 24 с.
- [2] Жужукин, В. И. Изучение биохимического состава семян и зеленых бобов овощной вигны (VIGNA UNG. SSP. SESQUIPEDALIS) / В.И. Жужукин, В.С. Горбунов, А.З. Багдалова //Российская сельскохозяйственная наука. 2017. №. 4. С. 29-32.

## References

- [1] Volokh, E.Yu. Development of technology for the production of wheat bread using additives from legumes: abstract. dis. ... candidate of Agricultural Sciences: 05.18.01 / Volokh Elena Yurievna. Makhachkala, 2017. 24 p.
- [2] Zhuzhukin, V. I. Study of the biochemical composition of seeds and green beans of vegetable vigna (VIGNA MUNGO. SSP. SESQUIPEDALIS) / V.I. Zhuzhukin, V.S. Gorbunov, A.Z. Bagdalova //Russian agricultural science. 2017. No. 4. pp. 29-32.

- [3] Курочкин, А.А. Теоретическое обоснование применения экструдированного сырья в технологиях пищевых продуктов /А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Шабурова //Монография. – Пенза, 2015. – 182 с.
- [4] Литвинова, А.В. Потребительские свойства бобовой культуры вигны: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.18.15 / Литвинова Алла Владимировна. М., 1992. 22 с.
- [5] Пат. 2557419 Российская Федерация МПК А21D2/00. Хлеб формовой для функционального питания (варианты) Способ производства хлебобулочных изделий /О.А. Ильина, В.С. Иунихина, А.С. Баландина, В.А. Данилкина; заявитель и патентообладатель Данилкина В.А.– № 2014112996/13.; заявл. 18.03.2011; опубл. 04.04.2014, Бюл. № 20.
- [6] Пат. 2727305 Российская Федерация МПК А21D2/00. Способ производства хлебобулочных изделий /Н.Т. Шамкова, А.М. Абдулхамид, Т.А. Симоненко, Л.О. Торосян; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет».– №2019145618, 10417/13; заявл. 30.12.2019; опубл. 21.07.2020, Бюл. № 21.
- [7] Фотев, Ю. В. Интродукция экзотических теплолюбивых овощных растений в Сибири /Ю.В. Фотев, Г.А. Кудрявцева, В.П. Белоусова // Овощеводство Сибири. Новосибирск: Сиб. отд. РАСХН. 2009. С. 176-188.
- [8] Abebe B. K., Alemayehu M. T. A review of the nutritional use of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) for human and animal diets //Journal of Agriculture and Food Research. – 2022. – С. 100383.
- [9] Kesselly S. R., Mugabi R., Byaruhanga Y. B. Effect of soaking and extrusion on functional and pasting properties of cowpeas flour //Scientific African. – 2023. – Т. 19. – С. e01532.
- [10] Onoja U. S. et al. Nutritional composition, functional properties and sensory evaluation of breads based on blends of orarudi (*Vigna* sp) and wheat flour //Scientific Research and Essays. – 2014. – Т. 9. – №. 24. – С. 1119-1026.
- [11] Saeed S. M. G. et al. Utilization of *Vigna mungo* flour as fat mimetic in biscuits: Its impact on antioxidant profile, polyphenolic content, storage stability, and quality attributes //Legume Science. – 2020. – Т. 2. – №. 4. – С. e58.
- [3] Kurochkin, A.A. Theoretical justification of the use of extruded raw materials in food technologies / A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Shaburova // Monograph. Penza, 2015. 182 p .
- [4] Litvinova, A.V. Consumer properties of the vigna bean culture: abstract. dis. ... cand. of Technical Sciences: 05.18.15 / Litvinova Alla Vladimirovna. M., 1992. 22 p.
- [5] Пат. 2557419 Российская Федерация МПК А21D2/00. Хлеб формовой для функционального питания (варианты) Способ производства хлебобулочных изделий /О.А. Ильина, В.С. Иунихина, А.С. Баландина, В.А. Данилкина; заявитель и патентообладатель Данилкина В.А.– № 2014112996/13.; заявл. 18.03.2011; опубл. 04.04.2014, Бюл. № 20.
- [6] Пат. 2727305 Российская Федерация МПК А21D2/00. Способ производства хлебобулочных изделий /Н.Т. Шамкова, А.М. Абдулхамид, Т.А. Симоненко, Л.О. Торосян; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет».– №2019145618; заявл. 30.12.2019; опубл. 21.07.2020, Бюл. № 21.
- [7] Fotev, Yu. V. Introduction of exotic thermophilic vegetable plants in Siberia /Yu.V. Fotev, G.A. Kudryavtseva, V.P. Belousova //Vegetable growing in Siberia. Novosibirsk: Sib. otd. RASKHN. 2009. pp. 176-188.
- [8] Abebe B. K., Alemayehu M. T. A review of the nutritional use of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) for human and animal diets //Journal of Agriculture and Food Research. – 2022. – С. 100383.
- [9] Kesselly S. R., Mugabi R., Byaruhanga Y. B. Effect of soaking and extrusion on functional and pasting properties of cowpeas flour //Scientific African. – 2023. – Т. 19. – С. e01532.
- [10] Onoja U. S. et al. Nutritional composition, functional properties and sensory evaluation of breads based on blends of orarudi (*Vigna* sp) and wheat flour //Scientific Research and Essays. – 2014. – Т. 9. – №. 24. – С. 1119-1026.
- [11] Saeed S. M. G. et al. Utilization of *Vigna mungo* flour as fat mimetic in biscuits: Its impact on antioxidant profile, polyphenolic content, storage stability, and quality attributes //Legume Science. – 2020. – Т. 2. – №. 4. – С. e58.

**Сведения об авторах**

**Information about the authors**

<p><b>Курочкин Анатолий Алексеевич</b> доктор технических наук профессор кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 <b>Тел.:</b> +7(927) 382-85-03 <b>E-mail:</b> anatolii_kuro@mail.ru</p>	<p><b>Kurochkin Anatoly Alekseevich</b> D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University <b>Phone:</b> +7(927) 382-85-03 <b>E-mail:</b> anatolii_kuro@mail.ru</p>
<p><b>Буренкова Снежана Алексеевна</b> студент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 <b>Тел.:</b> +7(904) 267-13-28 <b>E-mail:</b> nix.lerros@gmail.com</p>	<p><b>Burenkova Snezhana Alekseevna</b> student of the department «Food productions» Penza State Technological University <b>Phone:</b> +7(904) 267-13-28 <b>E-mail:</b> nix.lerros@gmail.com</p>