

## II. Теоретические основы и инновационные модели переработки продукции сельского хозяйства и производства экологически чистых продуктов в регионе

Для цитирования: Горшков В.В. Использование муки киноа при производстве хлеба // Grand Altai Research & Education — Выпуск 1 (21)'2024 (DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2024.01) — EDN: <https://elibrary.ru/RUMKIJ>

УДК 664.664.4

ORCID 0000-0003-3407-0552

РИНЦ AuthorID: 301993

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУКИ КИНОА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБА

*В.В. Горшков<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО Алтайский государственный аграрный университет, г. Барнаул, Россия  
E-mail: [vita-gorshkov@yandex.ru](mailto:vita-gorshkov@yandex.ru)

**Аннотация.** В статье изучена эффективность использования семян киноа при производстве хлеба. Проведенная оценка органолептических и физических свойств семян киноа разных торговых марок показала, что все образцы семян киноа не имели постороннего запаха, затхлости или плесневелости, имели лёгкий специфический аромат сапонинов (отдушку) мучнистого, не кислого, не горького и слегка острого вкуса. По цвету мука киноа ТМ «Ярмарка» и «Bohlsener & Muehle» были с желтоватым оттенком разной интенсивности белого цвета, а мука ТМ «Мистраль» была с выраженным желто-коричневым оттенком. Средняя влажность муки киноа составила 15,3%. Мякиш контроля и опытных выпеченных образцов хлеба был сухой, пропеченный, эластичный, достаточно нежный и хорошо разжевывался, пористость мякиша была хорошо развитая, без пустот и уплотнений и после легкого надавливания пальцем хорошо принимала первоначальную форму. Внесение киноа не оказало отрицательного влияния на качество хлебных изделий. Оптимальное количество киноа в хлебе составляет 10%, при этом органолептические показатели хлеба остаются на высоком уровне. По сравнению с пшеничным, в хлебе, изготовленном с использованием муки из киноа, содержится больше белка на 2,9%, углеводов — на 1,6%.

**Ключевые слова:** киноа, зерно, мука, хлеб, углеводы, белок, мякиш, органолептические показатели, физические свойства, пшеничная мука

*For citation:* Gorshkov V.V. Using quinoa flour in bread production // Grand Altai Research & Education — Issue 1 (21)'2024 (DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2024.01) — EDN: <https://elibrary.ru/RUMKIJ>

UDK 664.664.4

ORCID 0000-0003-3407-0552

RSCI AuthorID: 301993

## USING QUINOA FLOUR IN BREAD PRODUCTION

*V.V. Gorshkov<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation  
E-mail: [gorshkov@yandex.ru](mailto:gorshkov@yandex.ru)

**Abstract.** The article studied the effectiveness of using quinoa seeds in the production of bread. An assessment of the organoleptic and physical properties of quinoa seeds of different brands showed that all samples of quinoa seeds had no foreign smell, mustiness or moldiness, had a light specific aroma of saponins (perfume) farinaceous, non-acidic, not bitter and slightly spicy taste. By color, quinoa flour of TM "Yarmarka" and "Bohlsener & Muehle" had a yellowish tint of varying intensity of white color, and TM "Mistral" flour had a pronounced yellow-brown tint. The average moisture content of quinoa flour was 15.3%. The crumb of the control and experimental baked samples of bread was dry, baked, elastic, quite tender and chewed well, the crumb porosity was well developed, without voids and seals, and after light pressure with a finger, it took its original shape well. The introduction of quinoa did not have a negative effect on the quality of bread products. The optimal amount of quinoa in bread is 10%, while the organoleptic characteristics of bread remain at a high level. Bread made with quinoa flour contains 2.9% more protein and 1.6% more carbohydrates than wheat bread.

**Keywords:** quinoa, grain, flour, bread, carbohydrates, protein, crumb, organoleptic characteristics, physical properties, wheat flour

### **Введение (постановка проблемы)**

Зерновые хлебобулочные изделия являются важным источником питания во всем мире, поэтому их ассортимент постоянно увеличивается. Ценность этих продуктов обусловлена относительной дешевизной, доступностью и хорошей питательностью.

Одним из дополнительных ресурсов с высокими адаптивными агробиологическими особенностями, благодаря пищевым, агрономическим и экономическим качествам, является киноа, который рассматривается ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН) как важный фактор по преодолению голода, недостаточного питания и бедности [1].

Эта древняя культура исторически выращивается в Андах, а ряд авторов считают киноа прогрессивной культурой, используемой НАСА [2].

Питательные свойства зерен киноа зависят от времени посева и созревания [3]. Отличительной особенностью киноа, позволяющей использовать ее в качестве хлебной культуры для населения разных стран, является отсутствие глютена, который является проблемой для людей, страдающих целиакией или непереносимостью пшеничного белка [4, 5].

### Методы исследований

Цель работы заключалась в оценке качества хлеба при включении в его состав муки из семян киноа.

Для достижения указанной цели были обозначены задачи:

- провести анализ зерна киноа торговых марок (ТМ) «Ярмарка», «Мистраль» и «Bohlsener Muehle»,
- изучить качество муки киноа разных торговых марок,
- провести органолептическую оценку хлеба с включением киноа.

Работа была сделана на базе ФГБОУ ВО «АлтГАУ», Испытательного центра ФГБУ «ВНИИЗЖ».

Объектом исследования послужили киноа торговых марок «Ярмарка», «Мистраль» и «Bohlsener Muehle».

Для сравнительного анализа пищевой ценности хлеба предварительно были исследованы товарные характеристики, физические свойства и химический состав зерна и изготовленной из него муки указанных торговых марок киноа, импортируемых на алтайский рынок.

В таблице 1 приведена сравнительная характеристика физических характеристик зерен киноа в сравнении с другими культурами [6].

Предварительно был произведён помол семян киноа и получена мука. Органолептическую оценку муки пшеничной первого сорта проводили по ГОСТ 26574-2017 [7]. В муке киноа определялись цвет, запах, вкус, влажность и минеральные примеси.

Тесто для хлеба готовили безопасным способом в хлебопечке марки Panasonic S-2500. Оценку качества хлеба осуществляли в соответствии с показателями ГОСТ 27842-88 [8]. Органолептические показатели определяли визуальным осмотром и дегустацией хлеба. С целью оценки состояния мякиша хлебное изделие разрезали по ширине и определяли в поперечном направлении, надавливая кончиками пальцев к поверхности мякиша без усилия по центру хлебобулочного изделия.

### Результаты и обсуждение

Исследования показали, что все образцы киноа были свежими и вызревшими, с гладкой блестящей поверхностью. Зерновки торговых марок «Ярмарка» и «Bohlsener Muehle» были обрублены и имели светло-желтый цвет неоднородного и однородного оттенка. Количество нешелушенных зерен киноа торговой марки «Мистраль» составило около 35%.

Мука из киноа всех видов имела лёгкий специфический ореховый аромат, усиливающийся при нагревании в процессе выстаивания. По вкусу мука киноа в некоторой степени соответствовала вкусу овсяной муки. По цвету мука киноа ТМ «Ярмарка» и «Bohlsener & Muehle» были с желтоватым оттенком разной интенсивности белого цвета, а мука ТМ «Мистраль» была с выраженным желто-коричневым оттенком (рис. 1).

**Таблица 1. Результаты исследований образцов зерна киноа**  
**Table 1. Results of studies of quinoa grain samples**

Культура	Показатели крупности зерна			Физические свойства зерна			
	длина	ширина	толщина	влажность, %	с, Дж/(кг×К)	плотность ( $\rho$ ), г/см <sup>3</sup>	масса 1000 зерен
Пшеница	4,2-8,6	1,6-4,0	1,5-3,8	10	1587	1,33-1,53	20-60
Кукуруза	5,5-13,5	5,0-11,5	2,5-8,0	10	1650	1,23-1,27	до 110
Рис	5,0-12,0	2,5-4,3	1,2-2,8	12	1660	0,68-0,75	18-40
<b>Киноа торговой марки</b>							
«Ярмарка»	1,99±0,04	2,01±0,04	1,08±0,011	12,5±	1284,47	1,423	2,92±0,07
«Мистраль»	2,08±0,02	2,06±0,04	1,17±0,024	12,1±	1303,14	1,446	3,12±0,02
«Bohlsener Muehle»	2,25±0,03	2,20±0,05	1,25±0,018	10,9±	1306,55	1,427	4,17±0,08



ТМ «Ярмарка»



ТМ «Bohlsener &amp; Muehle»



ТМ «Мистраль»

Рисунок 1. Внешний вид муки киноа разных торговых марок

Figure 1. Appearance of quinoa flour from different brands

Средняя влажность муки киноа составила 15,3%, что на 1,5% больше, чем влажность пшеничной муки, что подтверждается данными [9,10]. По содержанию минеральных примесей все образцы муки были идентичны.

Контрольный образец хлеба был изготовлен только с использованием муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта. Опытные образцы хлеба включали муку из семян киноа торговых марок «Ярмарка», «Мистраль» и «Bohlsener & Muehle» в количестве 10 и 20% от массы пшеничной муки.

Опытные образцы хлеба были меньше по объёму, чем хлеб из пшеничной муки, за исключением хлеба с добавлением муки киноа торговой марки «Мистраль» в количестве 20% (рис. 2), что вероятно, может быть связано с оптимизацией соотношения амилозы/амилопектина, а также формирования липид-крахмальных комплексов, смягчающее воздействие на хлебную крошку [11].

Поверхность на разрезе контрольного и опытного экземпляров хлеба была гладкая, больших трещин и надрывов не отмечено. Окраска была равномерная, подгорелость отсутствовала. Хлеб, в котором 20% пшеничной муки было заменено на муку из киноа, имел слегка шероховатую поверхность с трещинами

по краям. Корочка с внесением в состав хлеба киноа изменяла свой цвет от золотисто-коричневого до тёмно-коричневого.

Окраска мякиша существенно отличалась от контрольного белого хлеба при использовании киноа ТМ «Мистраль» до 20%, что обусловлено включением в состав смеси киноа зерен коричневого и почти черного цвета (что зависит от вида выращиваемого растения).



Рисунок 2. Хлеб с добавлением муки киноа ТМ «Мистраль» 20%  
Figure 2. Bread with the addition of quinoa flour brand «Mistral» 20%

В тоже время добавление муки из киноа ТМ «Мистраль» в количестве 10% дало менее серый оттенок мякиша и более плотную его текстуру (рис. 3).



Рисунок 3. Хлеб с добавлением муки киноа ТМ «Мистраль» 10%  
Figure 3. Bread with the addition of quinoa flour brand «Mistral» 10%

В целом, мякиш хлеба с добавлением киноа торговой марки «Мистраль» имел наиболее выраженный сероватый оттенок, был более пористым, а текстура — мягкой и эластичной (рис. 4).



Рисунок 4. Профилограмма органолептической оценки хлеба с киноа ТМ «Мистраль»  
Figure 4. Organoleptic evaluation profile bread with quinoa trademark «Mistral»

В хлебе с внесением муки киноа производства ТМ «Ярмарка» и «Bohlsener & Muehle» поры в мякише были неоднородные по величине и средней толщине, распределены достаточно равномерно, а в хлебе с киноа ТМ «Мистраль» поры были средние или крупные с толстыми стенками, а также имелось небольшое количество участков мякиша без пор.

В хлебе, изготовленном с использованием муки из киноа, содержалось больше белка на 2,9%, углеводов — на 1,6% по сравнению с пшеничным хлебом.

## Выводы

Использование муки киноа при производстве хлеба позволяет улучшить его характеристики по вкусовым и питательным показателям.

Реализуемые в торговых сетях Алтайского края зерна киноа имеют практически округлую форму. Наибольшую толщину зерен имеет киноа «Bohlsener Muehle» — 1,25 мм, что на 15,7% больше, чем у киноа торговой марки «Ярмарка» с наиболее уплощенным семенем.

Исследования химического состава киноа показало, что по содержанию влаги киноа торговых марок «Ярмарка» и «Мистраль» значительно не отличались между собой и содержали воды 12,1-12,5 г/100 г, что на 1,5% превышало аналогичный показатель в киноа ТМ «Bohlsener & Muehle».

По содержанию белка лидировало семя киноа ТМ «Ярмарка» — 13,4 г/100 г, что на 1,2% превышало уровень протеина в киноа ТМ «Мистраль» и на 1,7% — ТМ «Bohlsener & Muehle».

Перед помолом для удаления сапонинов киноа тщательно промыли под проточной водой. Средняя влажность муки киноа была на 1,5% больше, чем влажность пшеничной муки.

Поверхность хлебного мякиша на разрезе контрольного и опытного экземпляров была гладкая, больших трещин и надрывов не отмечено. Окраска была равномерная, подгорелость отсутствовала. Корочка с внесением в состав хлеба киноа изменяла свой цвет от золотисто-коричневого до тёмно-коричневого.

Контрольный и опытный экземпляры хлебного изделия с добавлением киноа имели характерный естественному хлебный вкус, свойственный этому виду изделия. Посторонних привкусов (кроме небольшого приятного орехового аромата у хлебопродуктов с киноа), хруста, горечи и иных не соответствующих хлебу вкусовых ощущений не наблюдалось.

### Список литературы

- [1] Диксит А. Адаптация к изменению климата: увеличение производства киноа с использованием ядерных методов // Бюллетень МАГАТЭ. 2015. Июнь. С. 10-11.
- [2] Schlick G., Bubenheim D.L. Quinoa: candidate crop for NASA's controlled ecological life support systems, in Progress in New Crops // VA, Arlington: ASHS Press. 1996. P. 632-640.
- [3] Tapia, Mario E., and Ana María Fries. Guía a de campo de los cultivos andinos. Lima: FAO, ANPE, 2007.
- [4] Jacobsen S.-E. The Worldwide Potential for Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) // Food Reviews International, 2003. Vol. 19. P. 167–177.
- [5] Щеколдина Т.В., Христенко А.Г., Черниховец Е.А. Использование киноа в производстве мучных кондитерских изделий для людей, страдающих целиакией // Технология и товароведение пищевых продуктов, 2015. № 5 (34). С. 54-59.
- [6] Казаков Е.Д., Карпиленко Г.П. Биохимия зерна и зернопродуктов. СПб.: ГИОРД, 2005. 512 с.
- [7] ГОСТ 26574-2017. Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия. Москва: Стандартинформ, 2018, 16 с.
- [8] ГОСТ 27842-88. Хлеб из пшеничной муки. Технические условия. Москва: Стандартинформ, 2006, 12 с.
- [9] Quantitative determinations of chemical compounds with nutritional value from Inca crops: *Chenopodium quinoa* («quinoa») / J.A. Gonzalez [et all.] // Plant Foods for Human Nutrition. 1989. №39. P. 331-337.
- [10] Ogunbengle H.N. Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour // International Journal of Food Science and Nutrition 2003. №54. P. 153-158.
- [11] Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa and buckwheat as affected by sprouting and bread baking / L. Alvarez-Jubete [et all.] // Food chemistry. 2010. №119. P. 770-778.

### References

- [1] Diksit, A. (2015). Adapting to Climate Change: Increasing Quinoa Production Using Nuclear Techniques. IAEA Bulletin, (June), 10-11. (In Russ.).
- [2] Schlick, G., Bubenheim, D.L. (1996). Quinoa: candidate crop for NASA's controlled ecological life support systems, in Progress in New Crops. VA, Arlington: ASHS Press. 632-640.
- [3] Tapia, Mario E. & Ana María, Fries. (2007). Guía a de campo de los cultivos andinos. Lima: FAO, ANPE.
- [4] Jacobsen, S.-E. (2003). The Worldwide Potential for Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Food Reviews International, (19), 167–177.

- [5] Shchekoldina, T.V., Hristenko, A.G. & Chernihovec, E.A. (2015). The use of quinoa in the production of flour confectionery products for people suffering from celiac disease. Technology and commodity management of foodstuffs. (5), 54-59. (In Russ.).
- [6] Kazakov, E.D. & Karpilenko, Г.П. (2005). Biochemistry of grain and grain products. SPb.: GIORD. (In Russ.).
- [7] Baking wheat flour. Specifications. (2018). HOST 26574-2017. Moscow: Standards Publishing House. (In Russ.).
- [8] Bread made from wheat flour. Specifications. (2006). HOST 27842-88. Moscow: Standards Publishing House. (In Russ.).
- [9] Gonzalez, J.A., Roldan, A. & Gallardo, M.et al. (1989). Quantitative determinations of chemical compounds with nutritional value from Inca crops: *Chenopodium quinoa* («quinoa»). *Plant Foods for Human Nutrition*, (39), 331-337.
- [10] Ogunbenge, H.N. (2003). Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour. *International Journal of Food Science and Nutrition*, (54),153–158.
- [11] Alvarez-Jubete, L., Wijngaard, H.H., Arendt, E.K. & Gallagher, E. (2010). Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa and buckwheat as affected by sprouting and bread baking. *Food chemistry*, (119), 770-778.