

**Александра Сергеевна Захарова**

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, доцент кафедры технологии хранения и переработки зерна, кандидат технических наук, Барнаул, Алтайский край, Россия, e-mail: zakharovatpz@mail.ru

**Светлана Ивановна Конева**

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, доцент кафедры технологии хранения и переработки зерна, кандидат технических наук, доцент, Барнаул, Алтайский край, Россия, e-mail: skoneva22@mail.ru

**Лариса Егоровна Мелешкина**

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, доцент кафедры технологии продуктов питания, кандидат технических наук, Барнаул, Алтайский край, Россия, e-mail: meleshkina\_le@mail.ru

### ЧЕРНОЕ КИНОА И КЭРОБ КАК ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИНГРЕДИЕНТЫ МУЧНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СДОБЫ

*Цель исследования – изучение влияния муки из черного киноа и кэроба на показатели качества мучных смесей и теста для выработки сдобных булочных изделий. Задачи исследования: выбор наилучшего соотношения семян черного киноа и кэроба в мучных смесях; изучение влияния муки из семян черного киноа и кэроба на качество мучных смесей; изучение влияния муки из семян черного киноа и кэроба на реологические свойства полуфабриката и особенности технологического процесса при производстве сдобных булочных изделий. В качестве объектов исследования были использованы семена черного киноа, кэроб необезжиренный; смеси мучные из муки пшеничной, семян черного киноа, кэроба с дозировкой от 3 до 12 % взамен муки; тесто для производства сдобных булочных изделий на основе мучных смесей с черным киноа и кэробом. В ходе исследования использовали стандартные методики. Наилучшее соотношение муки черного киноа и кэроба в составе мучных смесей составило 30 : 70. Доказано, что совместное использование черного киноа и кэроба увеличивает кислотность, массовую долю сырой клетчатки, массовую долю золы в пересчете на сухое вещество, массовую долю белка, снижает количество сырой клейковины в мучных смесях. Применение смеси муки из черного киноа и кэроба увеличивает время образования теста, но улучшает его качественные характеристики при использовании муки с крепкой клейковиной. Установлено, что использование мучных смесей с 7 % муки черного киноа и кэроба (30 : 70) возможно и целесообразно при производстве сдобных булочных изделий.*

**Ключевые слова:** черное киноа, кэроб, мучные смеси, качество, белок, клетчатка, тесто, реология.

**Aleksandra S. Zaharova**

Polzunov Altai State Technical University, associate professor at Department of Grain Storage and Processing Technology, candidate of technical sciences, Barnaul, Altai Territory, Russia, e-mail: zakharovatpz@mail.ru

**Svetlana I. Koneva**

Polzunov Altai State Technical University, associate professor at Department of Grain Storage and Processing Technology, candidate of technical sciences, associate professor, Barnaul, Altai Territory, Russia, e-mail: skoneva22@mail.ru

Larisa E. Meleshkina

Polzunov Altai State Technical University, associate professor at Department of Food Technology, candidate of technical sciences, Barnaul, Altai Territory, Russia, e-mail: meleshkina\_le@mail.ru

## BLACK QUINOA AND CAROB AS FUNCTIONAL INGREDIENTS FOR BAKE MIXES

*The aim of research is to study the effect of black quinoa and carob flour on the quality indicators of flour mixtures and dough for the production of baked goods. Research objectives are to select the best ratio of black quinoa and carob seeds in flour mixtures; to study the effect of black quinoa and carob seed flour on the quality of flour mixtures; to study the effect of flour from black quinoa and carob seeds on the rheological properties of the semi-finished product and the peculiarities of the technological process in the production of baked goods. Seeds of black quinoa, unfatted carob; mixtures of flour from wheat flour, black quinoa seeds, carob with a dosage of 3 to 12 % instead of flour; dough for the production of bakery products based on flour mixtures with black quinoa and carob were used as objects of research. The study used standard techniques. The best ratio of black quinoa flour and carob in flour mixtures was 30 : 70. It has been proven that the combined use of black quinoa and carob increases acidity, mass fraction of crude fiber, mass fraction of ash in terms of dry matter, mass fraction of protein, reduces the amount of crude gluten in flour mixtures. The use of a mixture of black quinoa and carob flour increases the dough formation time, but improves its quality characteristics when using flour with strong gluten. It has been established that the use of flour mixtures with 7% black quinoa and carob flour (30 : 70) is possible and advisable in the production of baked goods.*

**Key words:** black quinoa, carob, flour mixtures, quality, protein, fiber, dough, rheology.

**Введение.** В настоящее время в развитых странах прослеживается тенденция увеличения ассортимента пищевой продукции профилактического и специализированного назначения. Нетрадиционные растительные источники важнейших пищевых веществ – аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, микро и макронутриентов – становятся все более востребованными. Особый интерес в этом качестве представляют «суперфуды» – продукты натурального происхождения, каждый из которых представляет собой кладезь полезных веществ в максимальной концентрации, крайне необходимых человеческому организму [1]. Примером такого «суперфуда» являются семена киноа.

Киноа – древняя псевдозерновая культура, которая произрастает на склонах Анд Южной Америки на территории Перу, Боливии, Эквадора, Колумбии [2]. Жители данного региона веками использовали киноа в пищу наряду с картофелем и кукурузой.

По данным зарубежных исследований, семена киноа обладают уникальным химическим составом: содержат белка высокого качества больше, чем любая злаковая культура (около 16,2 %), аминокислотный состав белка прибли-

жен к белку молока. Жирнокислотный состав киноа характеризуется повышенной биологической ценностью, благодаря содержанию полиненасыщенных жирных кислот. В состав киноа входят пищевые волокна, витамины, минеральные элементы, отдельно стоит отметить повышенное содержание железа и цинка [3, 4]. Культивируемые семена киноа отличаются генетическим разнообразием, проявляющимся в том числе в окраске семян, которые могут быть белого, желтого, красного, фиолетового, коричневого или черного цвета [5]. Черное киноа считается самой диетической разновидностью данной культуры, обладает сладковатым вкусом.

Популярность киноа растет, и сегодня данную культуру возделывают в 70 странах. Помимо стран Южной Америки киноа выращивают во Франции, США, Англии, Швеции, Нидерландах, Кении и др. [6]. В России также растет интерес к данной культуре в качестве нетрадиционного ингредиента при создании многокомпонентных рецептур для производства продуктов питания.

Одним из направлений использования киноа является обогащение хлебобулочных изделий, однако мука из семян черного киноа может придавать изделиям более темный цвет, что является ограничением в ее применении в смеси с

мукой для традиционной линейки продукции, но незаменимо при разработке ассортимента изделий с ярко выраженным нетрадиционным цветом, в частности для производства двухцветной сдобы [7]. В связи с этим в качестве усиливающего и дополняющего вкусового и цветового компонента в смесях киноа с пшеничной мукой мы использовали кэроб.

Кэроб – измельченные семена рожкового дерева. Продукт имеет приятный сладкий вкус, легкий шоколадный аромат и определенные технологические характеристики, обуславливающие его использование в хлебопечении. Кэроб – признанный функциональный ингредиент при производстве продуктов питания, обладающий лечебно-профилактическими свойствами. Является ценным источником пищевых волокон, сахаров и ряда биологически активных соединений, обладающих выраженной антиоксидантной активностью [8].

**Цель исследования:** изучение влияния муки из черного киноа и кэроба на показатели качества мучных смесей и теста для выработки сдобных булочных изделий.

**Задачи исследования:**

- выбор наилучшего соотношения семян черного киноа и кэроба в мучных смесях для производства сдобных хлебулочных изделий;
- изучение влияния муки из семян киноа и кэроба на качество мучных смесей с семенами черного киноа и кэроба и муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта;
- изучение влияния муки из семян черного киноа и кэроба на реологические свойства полуфабриката и особенности ведения технологического процесса при производстве сдобных булочных изделий.

**Объекты и методы исследования.** В качестве объектов исследования были использованы семена черного киноа, кэроб необезжиренный; смеси мучные из муки пшеничной, семян черного киноа и кэроба с дозировкой от 3 до 12 % взамен муки; тесто для производства сдобных булочных изделий на основе мучных смесей с черным киноа и кэробом.

В работе использовали муку из семян черного киноа, которую готовили в лабораторных условиях, крупность контролировали проходом через сито № 0,4.

Поскольку мука из семян черного киноа имела достаточно темный цвет, с видимыми черными включениями периферийных частей зерна, было принято решение об использовании мучных смесей, состоящих из муки семян черного киноа и кэроба, имеющего приятный цвет и запах какао, что является свойственным и допустимым для сдобных булочных изделий. Смеси муки из семян черного киноа и кэроба готовили в следующих соотношениях: 50 : 50; 40 : 60; 30 : 70; 20 : 80. Искомые добавки вносили в муку в количестве от 3 до 12 % и изучали их влияние на показатели качества мучных смесей. Мучные смеси, содержащие муку из семян черного киноа и кэроба, вносили в процессе тестоприготовления в количестве 3–12 % взамен части муки пшеничной высшего сорта при производстве сдобных булочных изделий.

Исследование качественных характеристик образцов осуществляли по стандартным методикам. Отбор проб определяли по ГОСТ 27668-88; цвет, вкус, запах, хруст – по ГОСТ 27558-87; массовую долю влаги – по ГОСТ 9404-88; массовую долю золы в пересчете на сухое вещество – по ГОСТ 27494-2016; количество клейковины – по ГОСТ 27839; массовую долю белка – по ГОСТ 10846-91; массовую долю сырой клетчатки – по ГОСТ 31675-2012; титруемую кислотность – по ГОСТ 27493-87. Реологические свойства теста изучали согласно ГОСТ ISO 5530-1-2013.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Выбор наилучшего соотношения семян черного киноа и кэроба в мучных смесях для производства сдобных булочных изделий осуществлялся на основе органолептического анализа. Установлено, что при увеличении доли кэроба цвет смеси меняется на приятный светло-коричневый, усиливается шоколадный запах и вкус. Увеличение доли муки из семян киноа в смеси свыше 30 % было признано нецелесообразным в связи с заметным наличием черных отрубянистых частиц, ухудшающих внешний вид смеси, что является нежелательным для производства сдобы. Таким образом, в дальнейшем использовалась смесь муки из семян черного киноа и кэроба в соотношении 30 : 70, которую вносили взамен части муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта в количестве от 3 до 12 %.

Для оценки возможности и целесообразности использования данных мучных смесей при производстве сдобных булочных изделий было

изучено их влияние на показатели качества муки пшеничной, результаты представлены в таблице.

**Показатели качества мучных смесей с мукой из семян черного киноа и кэроба**

Показатель качества	Количество смеси муки из семян черного киноа и кэроба взамен части муки, %					
	0	3	5	7	9	12
Кислотность, град.	1,6	2,0	2,5	2,8	3,2	3,5
Число падения, с	235	241	236	232	230	227
Массовая доля золы в пересчете на сухое вещество, %	0,530	0,650	0,680	0,750	0,810	0,860
Массовая доля сырой клетчатки, %	0,3	0,5	0,8	1,0	1,1	1,3
Массовая доля белка, %	11,70	11,8	11,8	11,8	11,9	11,9
Массовая доля сырой клейковины, %	30,0	29,2	28,6	27,3	26,8	26,2

Как видно из данных таблицы, использование смеси киноа и кэроба (3–12 %) в качестве рецептурного компонента мучных смесей увеличивает их титруемую кислотность на 25–118,8 %. Вероятно, это связано с повышенным содержанием органических кислот в обогащающих добавках. Однако только при использовании 9 % смеси превышение кислотности было зафиксировано сверх рекомендуемых норм для мучнистых компонентов. В связи с чем в дальнейших исследованиях мы использовали 7 % смеси киноа и кэроба. Также было зафиксировано некоторое увеличение автолитической активности мучных смесей при внесении 3–12 % обогащающих добавок.

Полученные экспериментальные данные позволили сделать вывод, что применение смеси муки из семян черного киноа и кэроба, благодаря своему богатому минеральному составу, способствует закономерному увеличению массовой доли золы в мучных смесях (на 22–62 % по сравнению с контрольным образцом). Массовая доля сырой клетчатки при использовании 3–12 % обогащающей смеси увеличивается на 66–333 %, что полностью коррелирует с данными зарубежных исследований, согласно которым кэроб и киноа являются ценными источниками пищевых волокон [5–7]. Следует отметить, что смесь киноа и кэроба не оказала заметного влияния на массовую долю общего белка, кото-

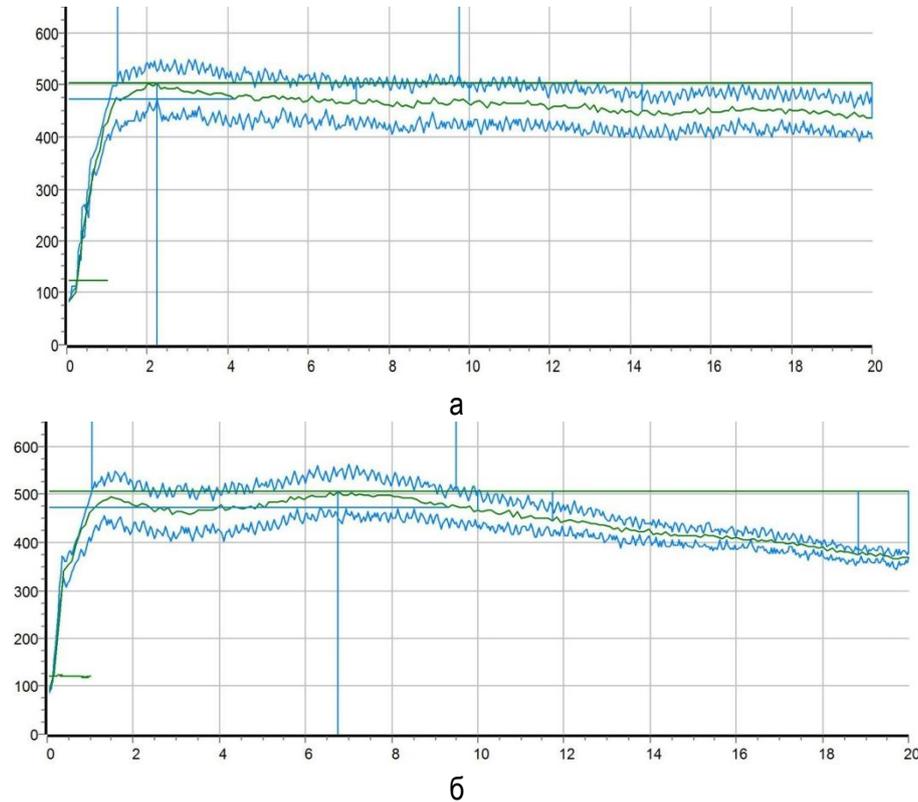
рая увеличилась всего на 0,9–1,7 % по сравнению с контрольным образцом, но способствовала заметному снижению количества водонерастворимых белков (глиадиновой и глютелиновой фракций), что наглядно демонстрирует снижение массовой доли сырой клейковины на 0,8–3,8 %.

Выраженное влияние смеси черного киноа и кэроба на белково-протеиновый комплекс мучных смесей подтверждается данными, полученными при изучении реологических свойств теста (рис. 1).

Фаринограммы, полученные в результате проведения эксперимента, позволили сделать вывод, что использование в процессе тестоприготовления 7 % искомой смеси увеличивает время образования теста (развитие теста контрольного образца – 2,2 мин, образца с добавлением 7 % смеси – 6,7 мин), что обусловлено повышенным содержанием пищевых волокон, имеющих капиллярное строение и обладающих способностью к более длительным процессам набухания. Более продолжительный замес способствует активному набуханию коллоидов муки и улучшает качественные показатели теста, о чем наглядно свидетельствует показатель стабильности, который остается на уровне контрольного образца, что подтверждает устойчивость полуфабриката в ходе механического

воздействия. Возможное увеличение продолжительности замеса теста в условиях производства имеет положительный эффект и будет способствовать окончательному формированию свойств теста, обуславливающих активное развитие биохимических, микробиологических и коллоидных процессов при брожении и расстойке. Следует отметить увеличение степени раз-

жижения теста при использовании смеси кэроба и киноа, что, безусловно, оказывает благоприятное воздействие при выработке сдобных хлебобулочных изделий из муки с крепкой клейковиной (через 20 мин замеса степень разжижения контрольного образца составляла 68 В.У., у опытного образца – 130 В.У., т. е. степень разжижения увеличилась почти в 2 раза).



*Влияние смеси черного киноа и кэроба на реологические свойства теста:  
а – фаринограмма контрольного образца (тесто без смеси кэроба и киноа);  
б – фаринограмма теста с 7 % смеси черного киноа и кэроба*

О лучших реологических свойствах полуфабриката с киноа и кэробом свидетельствует также более высокий показатель качества: 42 ед. FQC у контроля и 93 ед. FQC у образца с добавлением 7 % смеси. Таким образом, использование 7 % смеси из муки черного киноа и кэроба удлиняет скорость образования теста, но повышает качественную характеристику теста из муки с крепкой клейковиной.

**Выводы.** В ходе исследования установлено наилучшее соотношение муки из семян черного киноа и кэроба (30 : 70), не ухудшающее органолептические показатели качества мучных смесей для производства двухцветной

сдобы. Изучено влияние смеси муки из черного киноа и кэроба на показатели качества мучных смесей. Доказано, что использование 3–12 % искомой смеси способствует увеличению кислотности, массовой доли сырой клетчатки, массовой доли золы в пересчете на сухое вещество, массовой доли белка при одновременном снижении массовой доли сырой клейковины. Применение смеси муки из черного киноа и кэроба в процессе тестоприготовления увеличивает время образования полуфабриката, но существенно улучшает качественные характеристики теста из муки с крепкой клейковиной. Проведенные исследования показали, что ис-

пользование мучных смесей с 7 % муки черного киноа и кэроба (30 : 70) возможно и целесо-

образно при производстве сдобных булочных изделий.

### Литература

1. Сычева О.В., Сычева В.В. Суперфуды и здоровое питание // Пищевая индустрия. 2020. № 2. С. 61–63.
2. Eric N. Jellen et al. Prospects for Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.) Improvement Through Biotechnology // Biotechnology of Neglected and Underutilized Crops. 2013. Vol. 3. P. 173–201.
3. Hirose Y., Fujita T., Tomoyuki I. et al. Antioxidative properties and flavonoid composition of *Chenopodium quinoa* seeds cultivated in Japan // Food Chem. 2010. Vol. 119, N 4. P. 1300–1306.
4. Filho A.M., Pirozi M.R., Da Silva Borges J.T. et al. Quinoa: nutritional, functional and antinutritional aspects // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2015. Vol. 57, N 8. P. 1618–1630. D.
5. Diana V. Ceccato, H. Daniel Bertero and Diego Batlla. Environmental control of dormancy in quinoa (*Chenopodium quinoa*) seeds: two potential genetic resources for pre-harvest sprouting tolerance // Seed Science Research. 2011. Vol. 21. P. 133–141.
6. Maugham P.J., Bomfacio A. Quinoa (*Chenopodium quinoa*) // Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants. 2007. Vol. 3. P. 148–158.
7. Коцур В.А., Борисова А.В. Использование натурального красителя в приготовлении булочек для гамбургеров // Вестник КрасГАУ. 2019. № 1. С. 144–148.
8. Nasar-Abbas S.M. et al. Carob kibble: a bioactive-rich food ingredient // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2016. Vol. 15 (1). P. 63–72.

### References

1. Sycheva O.V., Sycheva V.V. Superfudy i zdravoe pitanie // Pishchevaya industriya. 2020. № 2. S. 61–63.
2. Eric N. Jellen et al. Prospects for Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.) Improvement Through Biotechnology // Biotechnology of Neglected and Underutilized Crops. 2013. Vol. 3. P. 173–201.
3. Hirose Y., Fujita T., Tomoyuki I. et al. Antioxidative properties and flavonoid composition of *Chenopodium quinoa* seeds cultivated in Japan // Food Chem. 2010. Vol. 119, N 4. P. 1300–1306.
4. Filho A.M., Pirozi M.R., Da Silva Borges J.T. et al. Quinoa: nutritional, functional and antinutritional aspects // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2015. Vol. 57, N 8. P. 1618–1630. D.
5. Diana V. Ceccato, H. Daniel Bertero and Diego Batlla. Environmental control of dormancy in quinoa (*Chenopodium quinoa*) seeds: two potential genetic resources for pre-harvest sprouting tolerance // Seed Science Research. 2011. Vol. 21. P. 133–141.
6. Maugham P.J., Bomfacio A. Quinoa (*Chenopodium quinoa*) // Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants. 2007. Vol. 3. P. 148–158.
7. Kotsur V.A., Borisova A.V. Ispol'zovanie natural'nogo krasitelya v prigotovlenii bulochek dlya gamburgerov // Vestnik KraSGAU. 2019. № 1. S. 144–148.
8. Nasar-Abbas S.M. et al. Carob kibble: a bioactive-rich food ingredient // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2016. Vol. 15 (1). P. 63–72.

Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки РФ (мнемокод 0611-2020-013; номер темы FZMM-2020-0013, ГЗ № 075-00316-20-01).

