



ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 664.66.022.39

DOI: 10.36718/1819-4036-2020-12-165-171

Юлия Юрьевна Никонорова

Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, младший научный сотрудник аналитической лаборатории зерна, кормов и почвы, Самарский государственный аграрный университет, Россия, Самарская обл., г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский

E-mail: yuliya_zinkova12@mail.ru

Волкова Алла Викторовна

Самарский государственный аграрный университет, доцент кафедры производства и экспертизы продуктов из растительного сырья, кандидат сельскохозяйственных наук, Россия, Самарская обл., г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский

E-mail: avvolkova76@rambler.ru

Александра Владимировна Казарина

Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией интродукции, селекции кормовых и масличных культур, кандидат сельскохозяйственных наук, Россия, Самарская область, Кинель, пгт. Усть-Кинельский,

E-mail: kazarinaav@bk.ru

ИЗУЧЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ХЛЕБА ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ ВЫСШЕГО И ПЕРВОГО СОРТОВ С ДОБАВЛЕНИЕМ АМАРАНТОВОЙ МУКИ

Ассортимент хлебобулочных изделий на российском рынке продовольственных товаров представлен достаточно широко. Данный продукт наиболее востребован, так как употребляется в рационе питания населения ежедневно и является наиболее покупаемым продуктом. В связи с этим ведутся исследования по разработке эффективных способов применения нетрадиционного сырья и различных добавок, обеспечивающих экономию основного и дополнительного сырья, а также улучшающих качество и повышающих пищевую ценность готового продукта. Цель исследований – изучение влияния цельносмолотой муки из семян амаранта на потребительские свойства хлеба из пшеничной муки высшего и первого сортов. Исследования проведены на технологическом факультете Самарского государственного аграрного университета. В качестве натуральных обогатителей пшеничной муки использована цельносмолотая мука из белозерных семян амаранта сорта Кинес. Амарантовая мука по химическому составу имеет существенное отличие от пшеничной муки. Основным достоинством амарантовой муки является содержание белка в количестве 17,9 % и минеральных веществ. Полуфабрикаты из комбинированных смесей муки оценивали по следующим показателям: содержание клейковины, качество клейковины, накопление кислотности, продолжительность брожения, продолжительность расстойки. Показатели качества готовых изделий определялись в соответствии с требованиями государственного стандарта. В результате эксперимента выявлен оптимальный вариант смеси из пшеничной муки двух сортов и цельносмолотой муки из семян амаранта. Установлено, что для получения хлеба с улучшенным внешним видом и высокими потребительскими свойст-

вами, а также со значением кислотности 1,8–2,4 град, необходимо включение в рецептуру амарантовой муки в количестве 7 % к массе пшеничной муки.

Ключевые слова: хлеб пшеничный, мука амарантовая, клейковина, сила муки, объем хлеба, общая оценка хлеба, влажность, кислотность хлеба.

Yulia Yu. Nikonorova

Volga Region Research and Development Institute of Selection and Seed Farming named after P.N. Konstantinov – Branch RAS Samara Federal Research Center, junior staff scientist of analytical laboratory of grain, forages and soil, Russia, Samara Region, Kinel, S. Ust-Kinelsky
E-mail: yuliya_zinkova12@mail.ru

Alla V. Volkova

Samara State Agrarian University, associate professor of the chair of production technology and examination of products from vegetable raw materials, candidate of agricultural sciences, Russia, Samara Region, Kinel, S. Ust-Kinelsky
E-mail: avvolkova76@rambler.ru

Aleksandra V. Kazarina

Volga Region Research and Development Institute of Selection and Seed Farming named after P.N. Konstantinov – Branch RAS Samara Federal Research Center, leading staff scientist, head of the laboratory of introduction, selection of forage and oil-bearing crops, candidate of agricultural sciences, Samara Region, Kinel, S. Ust-Kinelsky, Russia
E-mail: kazarinaav@bk.ru

STUDYING CONSUMER PROPERTIES OF BREAD FROM WHEAT FLOUR OF THE HIGHEST AND FIRST GRADES WITH ADDITION OF AMARANTH FLOUR

The range of bakery products on the Russian market of food products is quite widely represented. This product is most in demand, as it is used in the diet of the population every day and is the most purchased product. In this regard, the research is underway to develop effective ways to usage of non-traditional raw material and various additives, sparing the main and additional raw material, as well as improving the quality and increasing the nutritional value of the finished product, is currently relevant. The purpose of the research is to study the effect of whole-ground amaranth seed flour on the consumer properties of wheat flour bread of the highest and the first grades. The research was conducted at the Samara State Agrarian University, the Department of Technology. As natural fortifiers of wheat flour, wholemeal flour from white-grain amaranth seeds of the Kines variety was used. Amaranth flour differs greatly in chemical composition from wheat flour. The main advantage of amaranth flour is protein content in the amount of 17.9 % and minerals. Semi-finished products from composite flour mixtures were evaluated according to the following indicators: gluten content, gluten quality, the accumulation of acidity and the duration of fermentation, maturing duration. The quality indicators of finished products were determined in accordance with the requirements of the state standard. As a result of the experiment, the optimal variant of the mixture of wheat flour of two varieties and whole-ground flour from amaranth seeds was identified. It was established that to obtain bread with an improved look and high consumer properties, as well as with an acidity value of 1.8–2.4 degrees, it was necessary to include amaranth flour in the recipe in the amount of 7 % by weight of wheat flour.

Keywords: wheat bread, amaranth flour, gluten, flour strength, bread volume, total score of bread, humidity, the acidity of bread.

Введение. Правительство во всех развитых странах уделяет большое внимание вопросам здоровья человека и его питания. Долголетие людей тесно связано с качеством продуктов питания, которые зачастую страдают дефицитом белка и

незаменимых веществ. Поэтому в современных условиях жизни люди проявляют повышенный интерес к продуктам питания функционального назначения, которые активно воздействуют на многие функции организма человека [1].

Отечественные ученые активно и тщательно изучают применение продуктов вторичной переработки сырья, а также нетрадиционного сырья, в том числе семян сельскохозяйственной культуры амарант, в хлебопечении, как данная добавка улучшает пищевую ценность хлебобулочных изделий и облегчает технологический процесс производства [2, 3].

Амарант содержит огромное количество незаменимых аминокислот, особенно в семенах. Более питательными и обогащенными белком и аминокислотным составом считаются белозерные сорта амаранта. Мука из семян амаранта превосходит пшеничную муку своей пищевой ценностью и уникальным биохимическим составом. Содержит большое количество минеральных веществ, антиоксидантов и незаменимых аминокислот. Состав муки из семян амаранта: белок 16–18 % (состоит из незаменимых аминокислот более чем 30 %), жир – 15 %, огромное количество минеральных элементов (железо, калий, кальций, фосфор, магний, медь) и витамины. Особенность амарантовой муки – содержание биологически активного вещества сквалена [4–6].

Цель исследований. Изучение влияния цельносмолотой муки из семян амаранта на потребительские свойства хлеба из пшеничной муки высшего и первого сортов.

Задачи: провести оценку образцов готовых изделий с добавлением 1, 3, 5, 7 и 10 % ама-

рантовой муки по потребительским, органолептическим, физико-химическим, структурно-механическим показателям качества хлеба, а также оценить влияние добавки обогатителя на сжимаемость и крошковатость мякиша.

Объект и методы исследований. Основой для изучения композитных смесей послужила пшеничная хлебопекарная мука высшего и первого сортов. В качестве улучшителя пшеничной хлебопекарной муки применялась амарантовая мука в количестве 1, 3, 5, 7 и 10 %. По технологии приготовления хлебобулочных изделий массой 200 г брали за основу композитную смесь, вносили 6,0 г дрожжей, 3 г соли, вода вносилась с учетом водопоглощительных показателей композитных смесей. Выпечка хлебобулочных изделий осуществлялась безопасным способом в соответствии с ГОСТ 27842-88 «Хлеб из пшеничной муки. Технические условия».

Результаты исследований и их обсуждение. Семена амаранта и продукты его переработки практически не содержат глютен, который так опасен для всех, у кого наблюдается склонность к аллергии.

Изучаемые композитные смеси из пшеничной муки высшего и первого сортов с разной дозировкой амарантовой муки в количестве 1, 3, 5, 7 и 10 % исследовали на количество и качество клейковины. Полученные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние амарантовой муки на клейковину муки пшеничной хлебопекарной

Показатель	Дозировка амарантовой муки, % к массе пшеничной муки					
	0,0	1,0	3,0	5,0	7,0	10,0
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта						
Количество сырой клейковины, %	29,92	29,08	28,88	28,88	28,56	28,40
Показания ИДК, ед. прибора	82,00	101,00	100,00	102,00	101,00	90,0
Мука пшеничная хлебопекарная первого сорта						
Количество сырой клейковины, %	25,92	25,08	24,88	24,88	24,56	24,40
Показания ИДК, ед. прибора	111,00	110,00	109,00	107,0	103,0	89,0

Установлено, что амарантовая мука почти не содержит глютенины и глиадины в своих белковых фракциях, вследствие чего считается безглютеновой. Также, обладая большой водопоглощительной способностью, амарантовая мука укрепляет пшеничную клейковину, и за счет это-

го показатель ИДК в опытных образцах композитных смесей ниже по сравнению с контролем.

В наших опытах определялось число падения по активности ферментов альфа-амилазы. Данный показатель позволяет судить о состоянии в зерне и муке крахмала и активности его расщепления. Амилаза в сухом зерне и муке

находятся в неактивном состоянии. Активирование амилазы начинается с присутствия воды, крахмал начинает расщепляться до более простых молекул.

Нижнюю границу допустимых значений числа падения устанавливают стандарты, а верхний предел не нормируют. Многие работники хлебопекарней считают, что чем большее значение показателя числа падения, тем наилучшие хлебопекарные свойства муки.

В наших опытах на исследование пшеничной муки число падения составило 386 с. Это соответствует нормативным документам. Результаты показателя числа падения для пшеничной муки составляет 235 ± 15 с.

Отмечено увеличение величины показателя числа падения в вариантах с добавлением амарантовой муки (рис. 1). В варианте с добавлением 7 % амарантовой муки этот показатель составил 398 с. Таким образом, соотношение между углеводами и белками будет близко к контролю, что даст возможность получать готовый хлеб с улучшенной пищевой ценностью. А при внесении 10 % амарантовой муки в композитную смесь число падения находилось на уровне 364 с, т.е. снизилось значительно. Таким образом, можно сделать вывод о целесообразности применения амарантовой муки в количестве 7 % от композитной смеси.

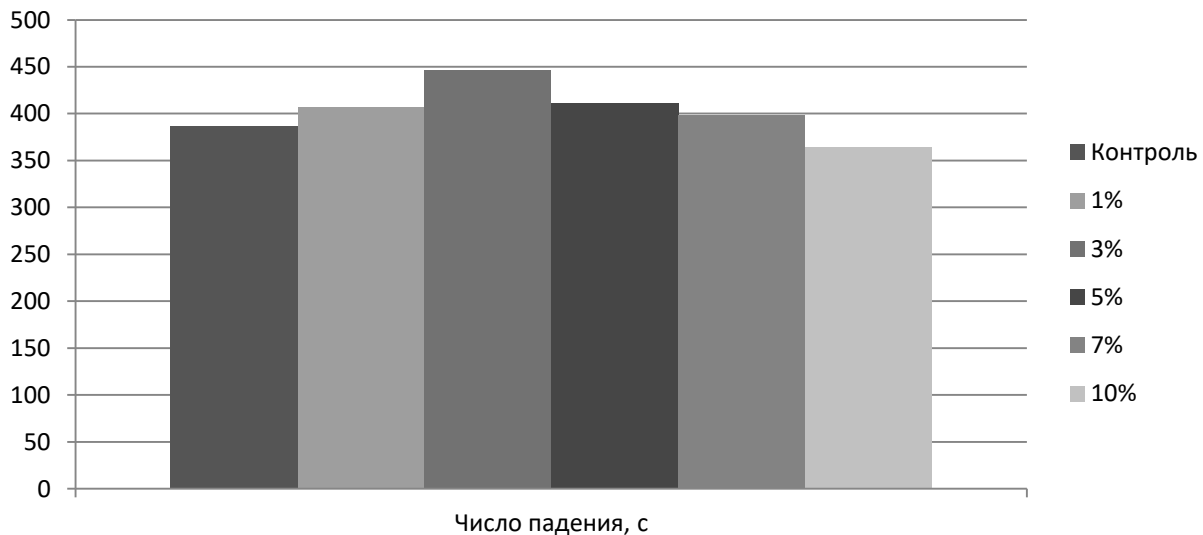


Рис. 1. Показатель числа падения в вариантах с пшеничной мукой и добавлением амарантовой муки, с

Затем в композитные смеси пшеничной муки высшего и первого сортов вносили 7 % амарантовой муки, соли, дрожжей и воды. Тесто бродило при температуре 30–32 °С. Во время брожения полуфабрикатов определяли показатели качества теста: кислотность, влажность, расстойку и количество накопления кислоты. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Проанализировав данные, можно сделать выводы, что амарантовая мука повышает кислотность теста во время брожения. Так, в ис-

следуемых образцах полуфабрикатов начальная и конечная кислотность составила с пшеничной мукой высшего сорта 2,4–4,0 град, а с пшеничной мукой первого сорта 2,5–3,8 град. Это связано с содержанием большого количества аминокислот, которые стимулируют активацию развития дрожжей. Происходит ферментативный гидролиз биополимеров и накопление продуктов брожения. При этом снижается продолжительность брожения на 25 % и время расстойки сокращается в 2 раза.

Характеристика показателей качества теста

Показатель	Образцы теста из пшеничной муки высшего сорта		Образцы теста из пшеничной муки первого сорта	
	Контроль	с 7%-й дозировкой амарантовой муки	Контроль	с 7%-й дозировкой амарантовой муки
Влажность, %	45,0	45,7	45,2	45,8
Кислотность начальная, град	2,4	3,2	2,5	3,0
Кислотность конечная, град	3,0	4,0	3,2	3,8
Накопление кислотности, град	0,6	0,8	0,7	0,8
Продолжительность брожения, мин	120,0	90,0	120,0	90,0
Продолжительность расстойки, мин	40,0	20,0	40,0	20,0

Показатели качества хлеба определяли в соответствии с ГОСТ 27842-88 «Хлеб из пшеничной муки. Технические условия».

Органолептические показатели готового изделия из пшеничной муки высшего и первого сортов с добавлением амарантовой муки соответствовали всем требованиям. Внешний вид изучаемых образцов был ровный, без подрывов и трещин, с выпуклой коркой. Светло-коричневый цвет корки наблюдался у контрольного образца и с добавлением 1–5 % амарантовой муки, при увеличении добавки до 7–10 % цвет стал коричневым с румяным оттенком. У всех образцов был пропеченный, не липкий, эластичный, при нажатии восстанавливающий структуру мякиш. Вкус и запах – свойственный данному виду изделий, без постороннего привкуса и запаха.

Физико-химические показатели качества готового изделия представлены в таблице 3. Пористость мякиша хлеба пшеничного из муки высшего и первого сортов с добавлением амарантовой муки увеличивалась по сравнению с контролем: с мукой пшеничной высшего сорта на 3,2 %, а с мукой пшеничной первого сорта на 5,3 %. В контрольном варианте удельный объем

хлеба составлял: с мукой пшеничной высшего сорта – 2,3 и с мукой пшеничной первого сорта – 1,9 см³. При добавлении амарантовой муки наблюдались тенденции к увеличению удельного объема хлеба, он достигал 2,6 см³.

Применение амарантовой муки позволило улучшить показатели качества готового продукта, это можно объяснить тем, что некрахмальные полисахариды оболочек семян амаранта гидролизуются. В результате этого сбраживаются дрожжи и идет их активация, питанием служат азотистые вещества путем образования моно- и олигосахаридов. Ускоряется процесс брожения, за счет этого образуются тонкостенные поры с улучшенной структурой мякиша. Внесение добавок амарантовой муки несколько повысило влажность и кислотность готовых изделий.

Основным показателем качества хлебобулочного изделия для потребителя является сжимаемость мякиша. По данному показателю можно судить о степени свежести изделия, пропеченности. Сжимаемость мякиша в процессе хранения хлеба из пшеничной муки высшего и первого сортов с внесением амарантовой муки определяли через 24, 48, 72 и 96 часов (рис. 2).

**Физико-химические показатели качества пшеничного хлеба
с добавлением амарантовой муки**

Показатель	Образцы пшеничного хлеба из высшего сорта муки с добавлением амарантовой муки, %						Образцы пшеничного хлеба из первого сорта муки с добавлением амарантовой муки, %					
	0	1	3	5	7	10	0	1	3	5	7	10
Выход хлеба, %	121,5	121,2	121,2	120,9	120,8	120,6	119,3	121,1	121,3	121,3	121,8	119,1
Объем хлеба, см ³ /100 г	286,9	294,3	301,9	309,5	302,7	298,6	235,0	255,0	305,0	305,0	325,0	300,0
Удельный объем хлеба, г/см ³	2,3	2,4	2,5	2,5	2,5	2,4	1,9	2,1	2,5	2,5	2,6	2,5
Пористость мякиша, %	80,9	81,3	82,6	83,5	83,1	78,4	75,3	76,3	77,4	77,6	78,6	73,2
Влажность мякиша, %	33,8	37,2	37,8	37,8	37,4	39,8	39,0	36,4	39,0	39,7	41,0	40,7
Кислотность мякиша, град	1,8	2,1	2,1	2,3	2,4	2,7	1,8	1,8	1,8	2,0	2,1	2,4

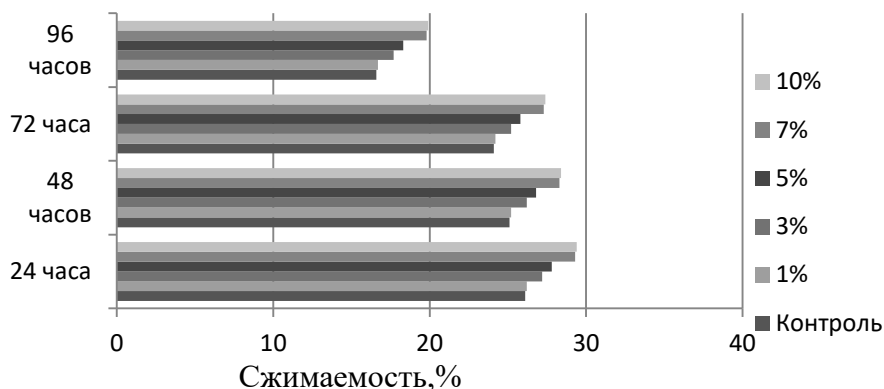


Рис. 2. Влияние амарантовой муки на изменение сжимаемости мякиша хлеба из пшеничной муки высшего и первого сортов в процессе хранения

В процессе хранения хлеба коллоидные вещества поглощают воду и уплотняют структуру крахмала, а также изменяются белки в процессе их старения и происходит снижения сжимаемости мякиша. В образце изучаемого хлеба с внесением 7 % амарантовой муки за период черствения 24, 48, 72 и 96 часов показатель сжимаемости составил 19,8 %; 27,3; 28,3 и 29,3 % и оказался самым лучшим по сравнению с контролем.

Также после 96-часового хранения крошковатость мякиша контрольного и опытных образ-

цов готовых изделий повышалась. Крошковатость контрольного образца хлеба из пшеничного высшего и первого сортов через 24 часа увеличивается в 2 раза, через 48 часов – 2,3, через 72 часа – 4,2, через 96 часов – в 6,6 раза. С добавлением 7 % амарантовой муки опытные образцы хлеба черствели быстрее, но не намного: крошковатость мякиша хлеба через 24 часа повышается в 2,2 раза, через 48 часов – 2,4; через 72 часа – 4,3, а через 96 часов хранения – в 6,7 раза.

Выводы. Установлено, что амарантовая мука положительно влияет на органолептические, структурно-механические и физико-химические свойства хлебобулочных изделий. Полученные результаты свидетельствуют, что при внесении амарантовой муки до 7 % процесс черствения хлеба замедляется, продукт приобретает наилучшие потребительские показатели качества изделия.

Литература

1. Распоряжение Правительства РФ № 1873-р от 25.10.2010 г. «Об основах государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2020 года». URL: <http://government.ru>.
2. Дулов М.И., Казарина А.В., Никонорова Ю.Ю. Влияние муки амарантовой на органолептические и физико-химические показатели качества хлеба из муки пшеничной первого сорта. // Мат-лы XI Междунар. науч.-практ. конф. Пенза, 2018. С. 66–74.
3. Мартемьянова Л.Е., Семке А.В. Разработка хлебобулочного изделия с использованием амарантовой муки функциональной направленности // Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. Петрозаводск, 2019. С. 45–49.
4. Егорова Е.Ю., Резниченко И.Ю. Разработка пищевого концентрата – полуфабриката безглютеновых кексов с амарантовой мукой // Техника и технология пищевых производств. 2018. Т. 48. № 2. С. 36.
5. Садьгова М.К., Белова М.В., Шишкина А.Н. [и др.]. Влияние амарантовой муки на хлебопекарные свойства пшеничной муки // Мировые научно-технологические тенденции социально-экономического развития АПК и сельских территорий: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию окончания Сталинградской битвы. Волгоград, 2018. С. 38–43.
6. Шмалько Н.А. Мука амарантовая цельно-смолотая // Современные проблемы техни-

ки и технологии пищевых производств: мат-лы XX Междунар. науч.-практ. конф. Барнаул, 2019. С. 380–384.

Литература

1. Rasporjazhenie Pravitel'stva RF № 1873-r ot 25.10.2010 g. «Ob osnovah gosudarstvennoj politiki v oblasti zdorovogo pitaniya naselenija Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda». URL: [httr://government.ru](http://government.ru).
2. Dulov M.I., Kazarina A.V., Nikonorova Ju.Ju. Vlijanie muki amarantovoj na organolepticheskie i fiziko-himicheskie pokazateli kachestva hleba iz muki pshenichnoj pervogo sorta. // Mat-ly HI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Penza, 2018. S. 66–74.
3. Martem'janova L.E., Semke A.V. Razrabotka hlebobulochnogo izdelija s ispol'zovaniem amarantovoj muki funkcional'noj napravlenosti // Mat-ly Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Petrozavodsk, 2019. S. 45–49.
4. Egorova E.Ju. Reznichenko I.Ju. Razrabotka pishhevogo koncentrata – polufabrikata bezgljutenovyh keksov s amarantovoj mukoj // Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv. 2018. T. 48. № 2. S. 36.
5. Sadygova M.K., Belova M.V., Shishkina A.N. [i dr.]. Vlijanie amarantovoj muki na hlebopekarnye svojstva pshenichnoj muki // Mirovye nauchno-tehnologicheskie tendencii social'no-jekonomicheskogo razvitija APK i sel'skih territorij: mat-ly Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvjashh. 75-letiju okonchaniya Stalingradskoj bitvy. Volgograd, 2018. S. 38–43.
6. Shmal'ko N.A. Muka amarantovaja cel'nosmolotaja // Sovremennye problemy tehniki i tehnologii pishhevyh proizvodstv: mat-ly XH Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Barnaul, 2019. S. 380–384.