

СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБА ПРИ ДОБАВЛЕНИИ АМАРАНТОВОЙ КРУПЯНОЙ МУКИ

Н.А. Шмалько, С.О. Смирнов

Статья посвящена вопросу разработки способа производства хлеба белого из пшеничной хлебопекарной муки первого сорта с добавлением амарантовой крупяной муки. Продукт «анатомического» помола продовольственного зерна амаранта – амарантовая крупяная мука отличается специфическим химическим составом и технологическими свойствами, определяющими её использование в качестве осаживающего компонента в хлебопекарном производстве. Результаты пробной лабораторной выпечки хлеба свидетельствуют о возможности применения амарантовой крупяной муки в качестве улучшителя при переработке пшеничной муки нормального качества и с пониженными хлебопекарными свойствами. Промышленная апробация способа получения хлеба в условиях хлебопекарного предприятия показала возможность введения нового вида сырья для подсортировки к пшеничной муке в дозировке 7,0 % без ухудшения качества хлебопекарной продукции. Предложенный способ улучшения качества хлеба отвечает требованиям комплексной технологии производства хлебобулочных изделий из пшеничной муки со слабой клейковиной. Биологическая и пищевая ценность хлеба при добавлении амарантовой крупяной муки соответствует требованиям натурального функционального пищевого продукта по степени удовлетворения суточной потребности в функциональных пищевых ингредиентах, оказывающих благоприятный эффект на физиологические функции организма человека.

Ключевые слова: хлебопекарное производство, хлеб белый из пшеничной муки первого сорта, амарантовая крупяная мука.

На хлебопекарных предприятиях периодически перерабатывается пшеничная мука с пониженными хлебопекарными свойствами: пониженным количеством и качеством клейковины (слабая, крепкая, неэластичная и т.п.), повышенной или пониженной активностью ферментов, сахарообразующей или газообразующей способностью и др. [1].

Одним из способов переработки муки с пониженными хлебопекарными свойствами и выработки хлебобулочных изделий удовлетворительного качества является использование её в смеси с мукой нормального качества. Слабую по силе муку смешивают с более сильной мукой, муку с высокой автолитической активностью – с мукой с пониженной активностью ферментов.

При отсутствии возможности улучшения качества муки путём составления смесей используются комплексные технологии, обеспечивающие выработку изделий, отвечающих нормам качества.

В комплексных технологиях для улучшения качества хлеба из муки с пониженными хлебопекарными свойствами предусматриваются оптимизация параметров тестопротравления (температура, влажность, продолжительность брожения, кислотность и др.), применение заквасок или кислотосодержа-

щих полуфабрикатов, комплексных улучшителей целевого назначения и т.п.

Комплексные хлебопекарные технологии включают применение современных технологических приёмов и средств при приготовлении мучных полуфабрикатов с целью интенсификации биохимических превращений компонентов рецептуры хлеба, в том числе за счёт изменения порядка дозирования и состава сырья [2].

Например, при переработке муки с низкой сахарообразующей и газообразующей способностью, дающей хлебобулочные изделия пониженного объёма, с бледноокрашенной коркой и уплотнённым мякишем, применяют осаживающие заварки, неферментированный солод, солодовые препараты, амилолимические ферментные препараты, либо дополнительно дозируют при замесе теста сахар в количестве от 1,0 до 2,0 % к массе муки. При использовании муки с низким содержанием клейковины мякиш хлеба отличается крошковатостью. В таком случае обеспечивают интенсификацию коллоидных процессов в тесте с целью набухания компонентов муки, вносят хлебопекарные улучшители и другие технологические добавки [1].

Хлебопекарные свойства пшеничной муки могут быть установлены по результатам

пробной лабораторной выпечки, проводимой по ГОСТ 27669-88 «Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба» (далее ГОСТ 27669). При этом в случае получения из пшеничной хлебопекарной муки высшего и первого сортов объёмного выхода формового хлеба менее 400 см³/100 г и второго сорта менее 350 см³/100 г, а формоустойчивости подового хлеба менее 0,40 и 0,35 соответственно, мука оценивается как с пониженными хлебопекарными свойствами [3].

Целью данного исследования явилась разработка способа производства хлеба при добавлении амарантовой крупяной муки.

Химический состав технологической добавки отличается повышенным содержанием углеводов (до 72,5 %), моносахаров и дисахаридов (до 3,2 %), клетчатки (до 2,5 %) и золы (до 0,8 %) по сравнению с хлебопекарной пшеничной мукой [4].

Показатель сахаробразующей способности, выражаемый в количестве мальтозы в мг, образующейся из 100 г пробы амарантовой крупяной муки в течение 60 мин настаивания в 50 см³ дистиллированной воды при температуре автолиза 27 °С, в 1,7 раза выше, чем в пшеничной муке. Активность амилолитических ферментов в добавке, определяемая колориметрическим методом и выражаемая в мг гидролизованного крахмала в течение 60 мин амилолиза, проявляется на более высоком уровне (до 43 мг) по сравнению с пшеничной мукой, что связано с атакуемостью крахмала амаранта действием бета-амилазы [5].

Автолитическая активность амарантовой крупяной муки, определяемая по ГОСТ 27495-87 «Мука. Метод определения автолитической активности» как способность при прогреве водно-мучной суспензии накапливать определённое количество водорастворимых веществ, заметно выше, чем пшеничной муки, и составляет от 30 % до 50 % в пересчёте на сухое вещество.

Число падения добавки, оцениваемое по ГОСТ 27676-88 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения» путём измерения длительности приготовления клейстеризованной водно-мучной суспензии в вискозиметрической пробирке при температуре 100 °С, времени опускания в ней калиброванного по геометрическим размерам и массе штока, а также фиксации суммарного времени в секундах, составляет не более 66 с, что обусловлено высокой скоростью плавления гранул мелкозернистого крахмала амаранта [6].

Пробы клейстеризованных суспензий амарантовой крупяной муки, изучаемые в режиме «тестограмма» на компьютеризованном приборе Амилотест АТ-97 (ЧП-ТА) при постоянной температуре термостатирования 100 °С в течение 20 мин, отличаются пониженной вязкостью по сравнению с пробами пшеничной муки. Высокая скорость декструкции белково-крахмального геля добавки объясняется более низкой по сравнению с хлебопекарной мукой температурой плавления зёрен крахмала. Критерий автолитической (ферментативной) активности амарантовой крупяной муки приближается к значениям показателя, характерным для ржаной муки [7].

Перечисленные выше технологические свойства амарантовой крупяной муки указывают на возможность её применения в качестве осаживающего компонента пшеничной муки.

В лабораторных условиях исследовали влияние добавки на хлебопекарные свойства пшеничной муки первого и высшего сортов путём проведения пробной лабораторной выпечки по ГОСТ 27669. Установили, что добавление амарантовой крупяной муки к массе пшеничной муки приводит к улучшению качества выпеченного хлеба (таблица 2).

Объёмный выход формового хлеба повышается на 10,0-28,0 % для муки пшеничной высшего сорта и на 3,0-10,0 % для муки пшеничной первого сорта; удельный объём формового хлеба – на 8,0-26,0 % для муки пшеничной высшего сорта и на 4,0-11,0 % для муки пшеничной первого сорта; формоустойчивость подового хлеба (кроме дозировки 10,0 %) – на 17,0 % для муки пшеничной высшего сорта и на 8,5-12,8 % для муки пшеничной первого сорта.

Органолептическая оценка выпеченных проб хлеба из смеси пшеничной и амарантовой крупяной муки показала значительное улучшение его характеристик при вводе добавки в тесто. Верхняя корка опытных изделий получается более ровной, гладкой и выпуклой, чем в контроле, и приобретает золотистый оттенок. Пористость опытных изделий более тонкостенная и равномерная с малым размером пор, мякиш дольше сохраняет свежесть при хранении [8].

Данные таблицы 2 свидетельствуют о возможности использования амарантовой крупяной муки в качестве улучшителя как при переработке пшеничной муки нормального качества (проба муки высшего сорта), так и с пониженными хлебопекарными свойствами (проба первого сорта).

СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБА ПРИ ДОБАВЛЕНИИ АМАРАНТОВОЙ КРУПЯНОЙ МУКИ

Полученные экспериментальные данные определили целесообразность разработки способа производства хлеба из пшеничной

хлебопекарной муки при добавлении амарантовой крупяной муки с реализацией в промышленных условиях.

Таблица 1 – Результаты пробной лабораторной выпечки по ГОСТ 27669

Дозировка добавки, %	Сорт пшеничной муки	Объёмный выход хлеба, см ³ /100 г муки	Удельный объём хлеба, см ³ /100 г хлеба	Формоустойчивость (H : D)	Органолептическая оценка	
					внешнего вида	мякиша
0,0	высший	534	423	0,47	4,8	4,6
	первый	487	360	0,32	4,0	4,0
7,0	высший	623	486	0,55	4,8	4,8
	первый	521	392	0,38	5,0	4,5
10,0	высший	587	456	0,46	4,8	4,6
	первый	500	375	0,36	4,5	4,5

Производственные испытания производили в условиях ОАО «Казанский хлебозавод № 7», для чего использовали пробу муки пшеничной хлебопекарной первого сорта, отвечающую требованиям качества по ГОСТ Р

52189-2003: массовая доля влаги – 14,0 %, зольность – 0,75 %, белизна – 43 ед. пр. РЗ-БПЛЦ, содержание металломагнитной примеси – 1,2 мг/кг, массовая доля сырой клейковины – 30,0 %, качество клейковины – 80 ед. пр. ИДК, группа качества клейковины – II удовлетворительная, число падения – 260 с, кислотность титруемая – 3 град.

В качестве контрольной рецептуры при переработке пшеничной муки первого сорта была взята рецептура хлебобулочного изделия – хлеба белого, отвечающего требованиям ГОСТ 26987-86 «Хлеб белый из пшеничной муки высшего, первого и второго сортов. Технические условия» массой 0,65 кг и вырабатываемого в промышленных объёмах.

Рецептуры и режимы приготовления хлеба из пшеничной муки при добавлении амарантовой крупяной муки приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Рецептура и режим приготовления хлеба

Наименование сырья	Количество сырья для образца			
	контрольного		опытного	
	опара	тесто	опара	тесто
Мука пшеничная хлебопекарная первого сорта, кг	73,0	27,0	73,0	27,0
Мука амарантовая крупяная, кг	–	–	7,0	–
Дрожжи прессованные хлебопекарные, кг	3,0	–	3,0	–
Соль поваренная пищевая, кг	1,3	–	1,3	–
Вода питьевая, кг	57±59	по расчёту	57±59	по расчёту
Опара, кг	–	вся	–	вся
Температура начальная, °С	24±26	28±32	24±26	28±32
Продолжительность брожения, мин	180	10	180	10
Кислотность конечная, град, не более	3,5±4,5	3,5±4,0	3,5±4,5	3,5±4,0

Тесто для хлеба готовили порционно опарным способом на большой густой опаре с внесением соли в опару. Добавку вносили к массе муки в дозировке 7,0 % при замесе опары. Замес осуществляли в тестомесильной машине на одной скорости в течение 15-20 мин до получения опары однородной консистенции. Температура воды при замесе опары составляла 24±26 °С.

После замеса мучного полуфабриката производили его брожение в течение 180 мин до достижения конечной кислотности 4,0-4,4 град. В выброженную опару вносили оставшееся коли-

чество муки и воды и замешивали тесто, которое через 10 мин отлёжки подвергали разделке на заготовки массой 0,72 кг.

После формования тестовые заготовки в металлических формах помещали на листы и укладывали на люльки расстойного шкафа для проведения расстойки в течение 50 мин при температуре 45 °С и относительной влажности воздуха 65 %. Выпекали хлеб в течение 57 мин при температуре 190-200 °С в тупиковой печи ГТР. Результаты анализа органолептических показателей выпеченного хлеба приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели качества хлеба

Наименование показателя	Значение показателя для образца	
	контрольного	опытного
Внешний вид: форма	соответствующая хлебной форме, в которой производилась выпечка, без боковых выплывов	
поверхность	гладкая, без крупных трещин и подрывов	
цвет	светло-жёлтый	золотистый
Состояние мякиша: пропечённость	пропечённый, не влажный на ощупь; эластичный	
промес	без комочков и следов непромеса	
пористость	развитая, без пустот и уплотнений; отслоение корки от мякиша отсутствует	
Вкус	свойственный данному виду изделий, без постороннего привкуса	свойственный данному виду изделий, с появлением приятного привкуса
Запах	свойственный данному виду изделий, без постороннего запаха	свойственный данному виду изделий, без постороннего запаха, с усилением хлебного аромата
Органолептическая оценка, балл: внешнего вида	4	5
мякиша	4	5

Физико-химические показатели качества выпеченного хлеба соответствуют требованиям ГОСТ 26987-86: влажность – 43,2 % для контрольного и 42,4 % для опытного образцов при норме не более 45,0 %; кислотность – 2,5 град для контрольного и 2,6 град для опытного образцов при норме не более 3 град; пористость – 71,0 % для контрольного и опытного образцов при норме не менее 70,0 %.

Предложенный способ производства хлеба, предусматривающий добавление амарантовой крупяной муки до 7,0 % к массе пшеничной муки, способствует получению хлебопекарной продукции, отвечающей по качеству требованиям стандарта, с одновременным улучшением вкусовых достоинств.

Указанный способ отвечает требованиям современной комплексной технологии производства хлебобулочных изделий из пшеничной хлебопекарной муки со слабой клейковинной, предусматривающей применение методов, средств и технологических режимов, способствующих торможению ферментативных процессов при тестоприготовлении для стабилизации реологических свойств полуфабрикатов путём повышения их кислотности и снижения температуры.

Кроме положительного технологического эффекта добавление амарантовой крупяной

муки к массе пшеничной муки улучшает биологическую и пищевую ценность хлеба.

Теоретические расчёты [5] показывают, что в хлебобулочных изделиях, приготовленных с амарантовой крупяной мукой, существенно улучшается аминокислотный состав белков, их биологическая ценность и сбалансированность.

Доля незаменимых аминокислот в растительном белке с учётом содержания цистина и тирозина в 100 г хлеба с добавкой составляет 31,8 % от общей суммы аминокислот, что рекомендует его использовать в питании взрослых, когда при суточной норме употребления белка в среднем 80-90 г должно употребляться не менее 30 г незаменимых аминокислот в оптимальном соотношении.

При условии равного обеспечения организма человека анаболическим материалом доля сбалансированных незаменимых аминокислот, содержащихся в хлебе, позволит расходовать его белки на физиологические цели без деградации на проведение биосинтеза заменимых аминокислот и компенсацию энергозатрат организма.

Пищевая ценность хлеба при добавлении амарантовой крупяной муки повышается в результате обогащения изделий белками на 9,2 %, жирами на 28,2 %, клетчаткой в 1,5 раза, органическими кислотами в 1,3 раза.

Минеральный состав хлеба с добавкой улучшается за счёт повышения массовой доли калия на 10,1 %, кальция на 17,4 %, магния на 12,1 %, фосфора на 22,6 % и железа в 1,5 раза соответственно. Витаминный состав хлеба при введении добавки также улучшается: содержание тиамина повышается в 2,3 раза, рибофлавина в 3 раза, ниацина – в 1,1 раза соответственно. Энергетическая ценность 100 г хлеба при добавлении амарантовой крупяной муки увеличивается на 16 %.

ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения» включает понятие натурального функционального пищевого продукта, изготовляемого из растительного и (или) животного сырья путём его ферментации в целях накопления в составе конечного продукта естественных функциональных пищевых ингредиентов в количестве, составляющем в одной порции продукта не менее 15 % от суточной потребности, относимое по функции к хлебобулочным изделиям.

Степень удовлетворения суточной потребности взрослых 18-29 лет, занятых преимущественно умственным трудом, в функциональных пищевых ингредиентах при употреблении 100 г разработанного продукта в белках составит 25 % от суточной потребности, органических кислот – 26,7 %, макроэлементах: натрия – 29,3 %, фосфоре – 12,9 %, железе – 15,6 %, витамине В₁ – 24 % соответственно.

Содержание в составе хлеба из пшеничной муки с добавкой в требуемом количестве физиологически функциональных ингредиентов позволяет прогнозировать проявление благоприятного эффекта на одну или нескольких физиологических функций, а также процессы обмена веществ в организме человека при систематическом употреблении функционального продукта.

Практическим результатом исследования является разработка способа производства хлеба при добавлении амарантовой крупяной муки в случае переработки пшенич-

ной муки с пониженными хлебопекарными достоинствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пучкова Л.И. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий. Часть I. Технология хлеба [Текст] / Л.И. Пучкова, Р.Д. Поландова, И.В. Матвеева. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 559 с.
2. Сборник современных технологий хлебобулочных изделий / А.П. Косован [и др.]. – М.: ГосНИИХП, 2008. – 271 с.
3. Сборник технологических инструкций для производства хлеба и хлебобулочных изделий [Текст]. – М.: Прейскурантиздат, 1989. – 495 с.
4. Особенности микроструктуры и химического состава продуктов переработки зерна амаранта [Текст] / Н.А. Шмалько, И.А. Чалова, Н.А. Моисеенко, Н.Л. Ромашко // Техника и технология пищевых производств, 2011. – № 1 (Т. 20). – С. 57-63.
5. Шмалько Н.А., Росляков Ю.Ф. Амарант в пищевой промышленности [Текст]: монография. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2011. – 489 с.
6. Шмалько Н.А. Хлебопекарные свойства ржано-пшеничной смеси с амарантовой крупяной мукой [Текст] // Научные труды КубГТУ, 2017. – № 5. – С. 243-253.
7. Шмалько Н.А., Чалова И.А., Ромашко Н.Л. Реологические характеристики углеводно-амилазного комплекса хлебопекарных смесей с амарантовой мукой // Техника и технология пищевых производств, 2011. – № 3 (Т. 22). – С. 82-86.
8. Смирнов С.О. Разработка технологии разделения зерна амаранта на анатомические части и получения из них нативных продуктов [Текст] : дис. ... канд. техн. наук. М., 2006.

Шмалько Наталья Анатольевна, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии зерновых, хлебных, пищевкусовых и субтропических продуктов, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», тел.: 8(861)255-15-98

Смирнов Станислав Олегович, канд. техн. наук, заместитель директора по научной работе, «Научно-исследовательский институт пищевоконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии» (филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи»), тел.: 8(495)549-34-57