

ТЕХНОЛОГИЯ ХЛЕБНЫХ ПАЛОЧЕК ДИЕТИЧЕСКОГО ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ БЕЛКОВОГО ОБМЕНА НА ОСНОВЕ КАРТОФЕЛЬНОГО КРАХМАЛА

М. Н. Василевская, Е. Ф. Тихонович

Могилёвский государственный университет продовольствия, Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ

Введение. Хлебные палочки в настоящее время изготавливаются с использованием пшеничной муки, поэтому не могут использоваться в качестве продукции диетического профилактического питания при нарушениях белкового обмена. Перспективным сырьем для производства указанной продукции могут являться различные крахмалы, в том числе картофельный крахмал. Разработка технологии производства хлебных палочек требует изучения технологических свойств сырья, исследований по подбору рецептурных компонентов и технологических режимов производства.

Материалы и методы. Сбор данных включал анализ рынка хлебных палочек отечественного и зарубежного производства, изучение их рецептурного состава, подбор сырья для производства разрабатываемых хлебных палочек. В исследованиях определяли набухающую способность сырья; органолептические и физико-химические показатели качества теста и готовых изделий, структуру хлебных палочек при хранении.

Результаты. Исследована набухающая способность различных образцов муки и крахмалов, установлена необходимость введения модифицированного крахмала в качестве структурообразующего ингредиента при приготовлении теста. Для разработки рецептуры хлебных палочек были составлены смеси, включающие нативные крахмалы картофеля и кукурузы и модифицированный крахмал в различном соотношении. Исследованы показатели качества теста и изделий, изготовленных из составленных смесей, на основании результатов которых в качестве основы рецептуры выбрана смесь, содержащая картофельный, кукурузный и модифицированный крахмалы в соотношении 40:40:20 соответственно. Экспериментально определены дозировки дрожжей, сахара и маргарина в разрабатываемой рецептуре. Установлены технологические параметры приготовления теста. Исследован процесс хранения, по результатам которого установлен срок годности хлебных палочек из картофельного крахмала.

Выводы. Разработана рецептура хлебных палочек из картофельного крахмала для диетического профилактического питания, которая включает: крахмал нативный картофельный, крахмал нативный кукурузный, крахмал модифицированный, дрожжи прессованные, сахар, маргарин, соль, подкислитель и эмульгатор. Установлены технологические параметры приготовления теста, срок годности хлебных палочек из крахмала в упакованном виде. Рассчитана пищевая ценность изделий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *хлебные палочки, безглютеновые продукты, нативные крахмалы, модифицированный крахмал, рецептура, технологические режимы, показатели качества.*

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Василевская, М. Н. Технология хлебных палочек диетического профилактического назначения для коррекции белкового обмена на основе картофельного крахмала / М. Н. Василевская, Е. Ф. Тихонович // Вестник МГУП. – 2019. – № 1 (26). – С. 31–43.

TECHNOLOGY OF DIETARY BREADSTICKS WITH PROPHYLACTIC PROPERTIES ON THE BASIS OF POTATO STARCH FOR PROTEIN METABOLISM CORRECTION

M. Vasilevskaya, A. Tsikhanovich

Mogilev State University of Food Technologies, Belarus

ABSTRACT

Introduction. Breadsticks are currently produced from wheat flour. Therefore they cannot be used as a dietary prophylactic nutrition product in case of protein metabolism disorders. Different types of starch including potato one can be used as perspective raw materials for manufacturing dietary prophylactic products. The development of the technology for bread sticks production requires studies of the technological properties of raw materials, investigation into the selection of formula components and technological modes of production.

Materials and methods. The data collection included the market analysis of breadsticks produced in Belarus and overseas, studies of their formula as well as selection of raw materials for the production of bread sticks. Studies were made into swelling capacity of raw materials; organoleptic and physico-chemical quality indicators of dough and finished products, texture of breadsticks during storage.

Results. Swelling ability of various samples of flour and starch was investigated. The necessity to introduce modified starch as a structure-forming ingredient during dough preparation was established. To work out bread sticks formula there were developed mixtures including native potato and corn starches as well as modified starch in various proportions. The quality indicators of dough and products made from formulated mixtures were studied. On the basis of the results obtained a mixture containing potato, corn and modified starches in the ratio of 40:40:20 respectively was selected as the basis of the recipe. Dosages of yeast, sugar and margarine in the developed formula were determined experimentally. Technological parameters of dough preparation were determined. The process of storage was also studied which resulted in establishing shelf life of bread sticks from potato starch.

Conclusions. The formula of bread sticks from potato starch for dietary preventive nutrition was developed, which includes native potato starch, native corn starch, modified starch, pressed yeasts, sugar, margarine, salt, acidifier and emulsifier. The technological parameters of dough preparation, shelf life of packed bread sticks from starch were established. Nutritional value of the developed products was determined.

KEY WORDS: *breadsticks, gluten free products, native starch, modified starches, formula, process conditions, quality indicators.*

FOR CITATION: Vasilevskaya M. N., Tikhonovich E. F. Technology of dietary breadsticks with prophylactic properties on the basis of potato starch for protein metabolism correction. Bulletin of Mogilev State University of Food Technologies. 2019. No.1 (26). P. 31–43. (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ

Объектом исследований являются ассортимент и технология хлебных палочек диетического профилактического назначения для коррекции белкового обмена веществ. Хлебные палочки относятся к группе хлебобулочных изделий пониженной влажности и повсеместно используются разными группами населения. Повышенный потребительский спрос на эту продукцию обусловлен ее доступной стоимостью, хорошими потребительскими характеристиками и, что немаловажно, возможностью длительного хранения. Традиционно хлебные палочки изготавливают из пшеничной муки с добавлением дрожжей, сахара, соли, жировых продуктов и другого сырья, что не позволяет отнести их к группе продукции диетического профилактического питания, применяемой при нарушениях белкового обмена веществ [1, 2].

Нарушения белкового обмена веществ проявляются в виде таких заболеваний, как фенилкетонурия, почечная недостаточность, глютенная энтеропатия, также известная как целиакия, и некоторые другие. Кроме того, в последнее время в обществе среди последователей здорового образа жизни практикуется осознанный и правильный с позиции диетологии подход к составлению рационов питания, одним из направлений которого является безглютеновое питание. Безглютеновое питание исключает потребление продуктов, содержащих глютен, входящий в состав белковых фракций большинства злаковых культур, вследствие чего большинство хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, наиболее часто изготавливаемых из пшеничной и ржаной муки, не могут использоваться в безглютеновом питании. На сегодняшний день при создании безглютеновых продуктов пищевая инженерия предлагает использовать традиционные виды муки злаковых культур с удаленным из них глютеном, что достаточно проблематично и экономически затратно. Другой более доступный путь решения этой проблемы – использование натурального безглютенового растительного сырья, перечень которого ограничен, а само сырье достаточно дорогостоящее [3]. Стоит отметить, что одним из таких видов сырья являются нативные крахмалы различных культур, наибольший интерес из которых в Республике Беларусь представляет картофельный крахмал.

Анализ ассортимента хлебных палочек, реализуемых в торговых объектах Республики Беларусь и г. Могилева в частности, показал, что наибольший объем занимает продукция таких отечественных производителей, как ОАО «Булочно-кондитерской компании «Домочай», ООО «Бисквитная фабрика», ООО «Продовольственная мануфактура» и некоторых других.

Продукция ОАО «Булочно-кондитерской компании «Домочай» изготавливается под торговой маркой «Фигли-мигли», представлена так называемыми гриссини и таралли в ассортименте как столового, так и десертного направления. Продукция ООО «Бисквитная фабрика» и ООО «Продовольственная мануфактура» представлена хлебными палочками и сушками в ассортименте. Общим для всех представленных наименований является использование в качестве основного рецептурного ингредиента пшеничной муки или смеси ржаной и пшеничной муки с преобладанием в них пшеничной муки, кроме того рецептуры некоторых образцов дополнительно содержали пшеничную клейковину, что исключает возможность использования этих изделий в качестве продукции диетического профилактического питания указанного выше направления.

Анализ ассортимента хлебных палочек, представленный в интернет-магазинах, показал достаточно широкий перечень изделий, изготавливаемых такими известными европейскими производителями специализированной продукции, как Balviten (Польша), Loprofin (Великобритания), Bezgluten (Польша), Dr.Schar (Италия), МакМастер (Российская Федерация) и др. Продукция этих производителей представлена различными видами изделий – сушками, крендельками, хлебными палочками и пр. В рецептурном составе изделий содержится пшеничная мука, а в некоторых образцах в качестве основных рецептурных компонентов используется рисовая, соевая и/или гречневая мука, кукурузный и/или пшеничный и/или тапиоковый крахмалы, вследствие чего, согласно рекомендациям производителей, эта продукция может использоваться при организации безглютеновых рационов питания [4–6].

В литературе отсутствуют сведения об использовании картофельного крахмала для производства хлебобулочных изделий в целом и хлебных палочек в частности. Кроме того, не представлены сведения о технологических режимах производства хлебных палочек из указанных выше видов муки, равно как и нативных крахмалов. Вместе с тем, известно, что свойства различных видов муки и крахмалов разных культур имеют некоторые особенности и значительно отличаются от технологических свойств пшеничной муки, что, несомненно, отразится на технологии производства хлебных палочек. В связи с этим предметом исследований являются технологические свойства нативных крахмалов, позволяющие использовать их в качестве основных рецептурных ингредиентов при изготовлении хлебных палочек диетического и профилактического назначения для коррекции белкового обмена и технологические параметры процесса их производства. Гипотеза основана на предположении возможности использования картофельного крахмала в качестве основы при изготовлении хлебных палочек диетического профилактического назначения, которая базируется на знаниях химического состава и технологических свойств крахмала, проявляющихся при производстве различных пищевых продуктов.

Целью исследований является формирование ассортимента и разработка технологии изготовления хлебных палочек диетического профилактического назначения для коррекции белкового обмена веществ на основе картофельного крахмала.

Научная задача исследований заключается в изучении технологических свойств картофельного крахмала применительно к технологии производства хлебных палочек диетического профилактического назначения для коррекции белкового обмена и обосновании технологических параметров их производства.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование рынка хлебных палочек проводилось путем изучения наименований продукции отечественного и зарубежного производства, представленной в торговых объектах г. Могилева и интернет-магазинах. Подбор рецептурных компонентов проводился на основании анализа рецептурного состава известных образцов хлебных палочек с учетом требований, предъявляемых к безглютеновым продуктам питания. Набухающую способность образцов муки, крахмалов и смесей крахмалопродуктов определяли путем смешивания подготовленных образцов с водой и последующей выдержкой в течение 24 ч. Соотношение крахмалов в разрабатываемой рецептуре и дозировки дрожжей прессованных, сахара и маргарина устанавливали

на основании исследований характеристик теста и показателей качества выпеченных изделий с использованием метода проведения лабораторных выпечек [7]. Формование тестовых заготовок производили вручную, органолептические и физико-химические показатели качества выпеченных образцов оценивали с использованием общепринятых методик. Микроструктуру хлебных палочек исследовали с использованием микроскопа Levenhuk 850B/870T/D870T в комплекте с цифровой камерой-окуляром. Результаты исследований обрабатывали и анализировали с использованием стандартного пакета Microsoft office для Windows XP.

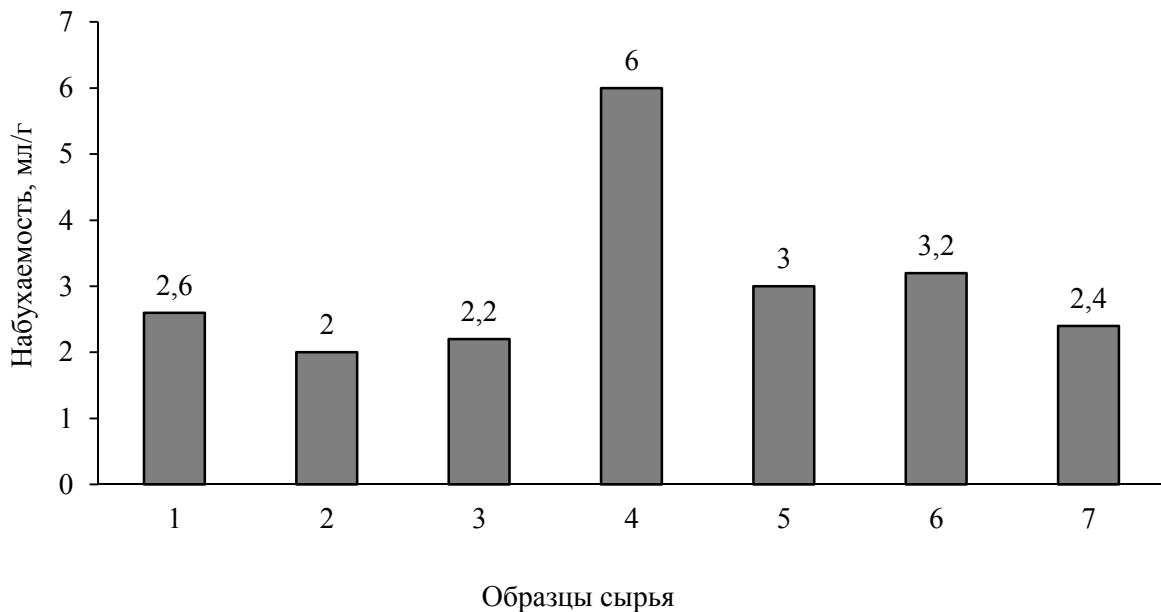
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящее время на отечественном сырьевом рынке представлено следующее сырье, возможное к использованию при производстве безглютеновых продуктов питания: картофельный, рисовый, пшеничный, кукурузный нативные крахмалы, а также кукурузная, гречневая, рисовая мука. Содержание общего белка в указанном сырье варьируется от 0,1 до 12,6 г/100 г, при этом минимальное количество белка отмечено в нативных крахмалах. Изучение литературных источников показало, что представленные виды муки содержат белки, относящиеся к глиадиновой и глютелиновой фракциям, хотя и не образующие клейковину в той степени, что пшеничная мука. Так, в кукурузной муке достаточно высокое содержание зеина, относящегося к спирторастворимой фракции белка, рисовая мука содержит значительное количество глютелина, называемого оризенином, в гречневой муке присутствуют глютелины в небольшом количестве [8, 9]. В связи с этим с позиции ограничения содержания клейковинных белков в разрабатываемых изделиях для диетического профилактического питания при коррекции белкового обмена веществ наиболее целесообразно использовать нативные крахмалы.

Технология производства хлебных палочек, относящихся к группе хлебобулочной продукции пониженной влажности, предусматривает формование тестовых заготовок посредством различных формующих машин. Это в свою очередь требует получения однородного связанного теста, характеризующегося упруго-пластично-эластичными свойствами, которые при производстве традиционных изделий обеспечиваются благодаря содержанию клейковинных белков пшеничной муки. Крахмалы не содержат указанных белковых фракций, поэтому формирование структуры полуфабрикатов и готовых изделий из них сопряжено с определенными сложностями и требует коррекции технологического процесса или введения дополнительного структурообразующего компонента [10, 11]. При проведении исследований в качестве такого компонента исследовали кукурузный экструзионный крахмал, полученный физической модификацией нативного крахмала кукурузы и проявляющий структурообразующие свойства в температурном диапазоне 20–35 °С, используемом при приготовлении теста для хлебобулочных изделий.

С целью предположения поведения различных видов муки и крахмалов при приготовлении теста для хлебных палочек определяли их набухаемость, величину которой сравнивали с набухаемостью пшеничной муки высшего сорта, как наиболее часто используемым видом муки при производстве хлебных палочек. Полученные результаты представлены на рис. 1.

Изучение набухаемости образцов сырья показало, что наибольшая величина этого показателя наблюдается для кукурузного экструзионного крахмала, что является следствием разрушения в результате экструзии нативной структуры крахмала и образования его низкомолекулярных фракций, растворимых в воде, что позволяет использовать этот крахмал в качестве структурообразующего ингредиента [12]. Набухаемость исследуемых видов муки находится в пределах от 2,4 до 3,2 мл/г, что сопоставимо с величиной этого показателя для пшеничной муки. Нативные крахмалы характеризуются наименьшим значением исследуемого показателя, что обусловлено практически полным отсутствием белка и невозможностью клейстеризации при условиях проведения эксперимента, поэтому требуется использование дополнительного структурообразующего ингредиента для получения связанного теста со структурно-механическими свойствами, обеспечивающими возможность формования тестовых заготовок.



1 – мука пшеничная, 2 – крахмал картофельный, 3 – крахмал кукурузный, 4 – крахмал кукурузный экструзионный, 5 – мука кукурузная, 6 – мука гречневая, 7 – мука рисовая

Рис. 1. Набухаемость исследуемого сырья

Fig. 1. Swelling of the raw materials under study

В связи с этим при разработке рецептуры хлебных палочек на основе картофельного крахмала использовали смеси, которые содержали нативный картофельный и кукурузный крахмалы в различных соотношениях, а также кукурузный экструзионный крахмал в количестве 20 % от общего рецептурного содержания крахмалопродуктов, которое было установлено предыдущими исследованиями [11, 13]. При проведении исследований были приняты варианты рецептур, в которых соотношение нативного картофельного, кукурузного и модифицированного крахмалов соответственно было следующим: 0:80:20 (смесь № 1), 15:65:20 (смесь № 2), 40:40:20 (смесь № 3), 65:15:20 (смесь № 4), 80:0:20 (смесь № 5). Для смесей, приготовленных в указанном соотношении, с целью установления возможности получения теста с требуемыми структурно-механическими свойствами и обеспечения процесса формования тестовых заготовок определяли набухаемость. Установлено, что набухаемость смесей варьируется от 2,6 до 3,2 мл/г, что несколько превышает значение этого показателя для нативных крахмалов и объясняется наличием в исследуемых смесях кукурузного экструзионного крахмала.

В рецептуру хлебных палочек помимо смеси крахмалопродуктов входили дрожжи прессованные, яичные продукты, сахар, соль, маргарин, дозировки которых соответствовали средним значениям содержания этих компонентов в рецептурах хлебных палочек из пшеничной муки, а также лимонная кислота в качестве подкислителя и эмульгатор. Расчетная влажность теста составляла 38 %, что несколько превышает значение, принятое при производстве аналогичной продукции из пшеничной муки, и обусловлено, как было указано ранее, низкой набухающей способностью крахмалов. Замес теста производили вручную. Время отлежки теста составляло 20 мин, что соответствует времени аналогичной операции для традиционных хлебных палочек [14]. Формование хлебных палочек осуществляли вручную. Расстойку тестовых заготовок хлебных палочек осуществляли в лабораторном расстойном шкафу при температуре 35–40 °С и относительной влажности воздуха 80–85 %. Выпечку образцов производили в лабораторной печи при температуре 190–210 °С в течение 5–10 мин.

Исследованиями установлена возможность получения из всех указанных выше вариантов

смесей связанного, однородного, пластичного теста, которое подвергалось формованию указанным выше способом. При этом увеличение доли картофельного крахмала в составе смеси способствовало получению более пластичного теста с менее плотной консистенцией, вследствие чего процесс формования тестовых заготовок проходил легче. Это объясняется тем, что картофельный крахмал имеет гранулы большего размера и вследствие этого более выраженную набухающую способность, что способствует получению теста с более выраженной пластичностью [10, 11].

Показатели качества выпеченных хлебных палочек, изготовленных из смеси крахмалопродуктов, представлены в табл. 1.

Табл. 1. Показатели качества выпеченных хлебных палочек, изготовленных из смесей крахмалопродуктов

Table 1. Quality indicators of baked breadsticks made of starch mixtures

Показатели качества	Варианты рецептур смесей				
	1	2	3	4	5
Форма	продолговатая, цилиндрическая				
Поверхность	слегка шероховатая, без трещин и подрывов		гладкая, подрывы у основания	гладкая, подрывы у основания, трещины по всей поверхности	
Цвет	светло-желтый, равномерный		желтый, равномерный		
Вкус, запах	свойственные хлебным палочкам из крахмала, без посторонних привкуса и запаха				
Внутреннее состояние	разрыхленные, пропеченные, без следов непромеса, имеется внутренняя полость значительного размера		разрыхленные, пропеченные, имеется внутренняя полость,	разрыхленные, пропеченные, имеется внутренняя полость небольшого размера	
Хрупкость	очень хрупкие, разламываются легко, крошатся		хрупкие, разламываются легко	нехрупкие, разламываются плохо	
Влажность, %	9,9	9,8	10,0	10,1	10,2

Анализ органолептических показателей качества показал, что все образцы имели характерный хлебным палочкам внешний вид, равномерный цвет от светло-желтого до желтого, вкус и запах, свойственные изделиям данной группы, без постороннего привкуса и запаха. Результаты исследования показывают, что варьирование соотношения нативных крахмалов в рецептуре хлебных палочек сказывается на поверхности, внутреннем состоянии и хрупкости выпеченных образцов. Так, преобладание в рецептуре нативного кукурузного крахмала привело к получению очень хрупких, легко разламывающихся и при этом крошащихся изделий с внутренней полостью достаточно большого размера. Напротив, образцы, содержащие большее количество нативного картофельного крахмала, были нехрупкими, разламывались плохо, имели внутреннюю полость небольшого размера, по вкусу напоминали булочные изделия, что является нежелательным для данной группы продукции. Влажность хлебных палочек, изготовленных из смесей с различным соотношением нативных крахмалов, соответствовала значениям, регламентированным для этой группы продукции, изготавливаемой из пшеничной муки [15].

Характерной особенностью хлебных палочек, которая ценится потребителем, является наличие хрупкой, но при этом достаточно прочной, структуры. Полученные результаты оценки органолептических показателей качества выпеченных образцов подтвердились исследованиями прочности и коэффициента набухаемости готовых изделий, представленными на рис. 2.

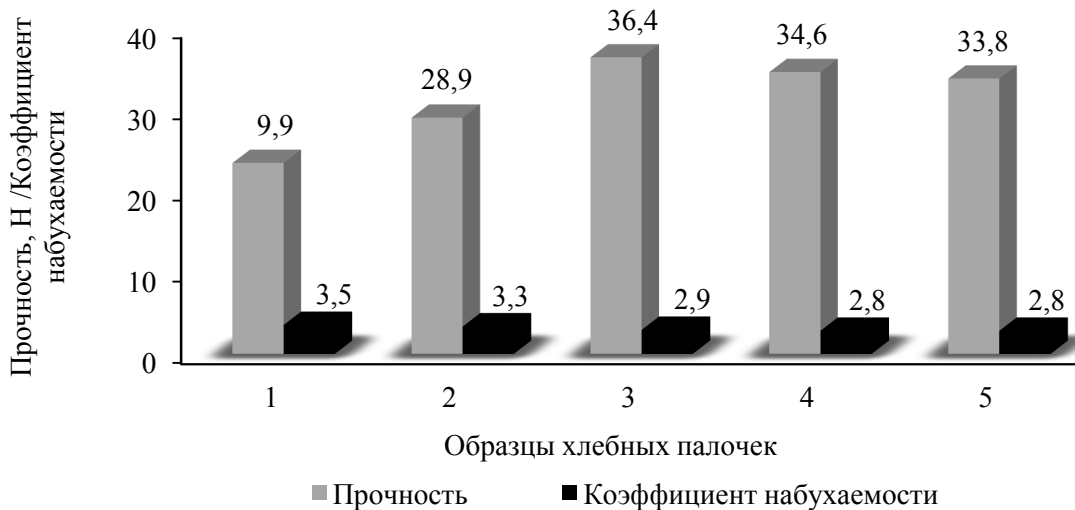


Рис. 2. Прочность и коэффициент набухаемости выпеченных хлебных палочек, изготовленных из смесей крахмалопродуктов

Fig. 2. Strength and swelling factor of baked breadsticks made of starch mixtures

Максимальное значение прочности отмечено для образца, изготовленного из смеси №3, в которой соотношение картофельного, кукурузного и модифицированного крахмалов составляло 40:40:20 соответственно. Коэффициент набухаемости исследуемых образцов варьируется в небольшом диапазоне, при этом следует отметить, что с увеличением количества картофельного крахмала в рецептуре изделий этот показатель снижается. Полученные результаты подтверждают результаты органолептического анализа показателей качества выпеченных изделий, представленные выше, и обусловлены структурой выпеченных изделий и технологическими свойствами используемых крахмалов. Картофельный крахмал вследствие большей податливости в большей степени подвергается процессу клейстеризации при выпечке, что обуславливает большее содержание связанной влаги в выпеченных изделиях и, как следствие, менее выраженную хрупкость и внутреннюю полость в хлебных палочках. Напротив, изделия из кукурузного крахмала вследствие менее выраженной клейстеризации характеризуются как твердые, очень хрупкие, легко разламывающиеся, крошащиеся, при этом отмечено наличие внутренней полости значительного размера, которая даже при непродолжительном хранении увеличивается, что приводит к растрескиванию изделий.

Таким образом, на основании анализа качества теста, органолептических и физико-химических показателей качества выпеченных изделий заключили, что оптимальным соотношением крахмалопродуктов в рецептуре разрабатываемых хлебных палочек является смесь №3, так как в этом случае обеспечивается и процесс формования тестовых заготовок, и качество выпеченных изделий. Для дальнейших исследований была принята смесь, содержащая нативный картофельный, кукурузный и модифицированный крахмалы в соотношении 40:40:20 соответственно.

Задачами исследований предусмотрена разработка базовой рецептуры хлебных палочек на основе картофельного крахмала. Анализ рецептурного состава изделий, изготавливаемых из пшеничной муки, показал наличие в рецептурах дрожжей прессованных, соли, сахара, жировых и яичных продуктов. Базовая рецептура хлебных палочек диетического профилактического назначения для коррекции белкового обмена веществ на основе картофельного крахмала будет включать указанные выше рецептурные компоненты, а также лимонную кислоту для обеспечения требуемой кислотности теста и эмульгатор с целью обеспечения необходимой однородности и реологических характеристик теста.

Традиционно хлебные палочки изготавливают из пшеничной муки с добавлением прессованных дрожжей, которые выполняют роль биологических разрыхлителей и формируют структуру и внутреннее состояние выпеченных изделий. Используемая для производства

хлебных палочек смесь крахмалопродуктов состоит из нативных и модифицированного крахмалов и отличается от пшеничной муки химическим составом, а именно отсутствием собственных сахаров, а также амилалитических ферментов, что отразится на течении процесса спиртового брожения. В связи с этим представляет интерес исследование технологических свойств используемой смеси крахмалопродуктов, а именно газообразующей способности. Исследования, проведенные с использованием волюмометрического метода и приспособления Яго-Островского, показали, что в тесте, приготовленном из крахмалопродуктов в указанном выше соотношении, протекает спиртовое брожение, идентификатором которого является выделение углекислого газа. Следует отметить, что газообразование протекало только в течение первых двух часов брожения и количество выделившегося углекислого газа значительно меньше в сравнении с объемом углекислого газа, выделяющегося при брожении теста из пшеничной муки хорошего качества. Наряду со спиртовым брожением в тестовой массе протекает также молочнокислое брожение, результатом которого является образование кислореагирующих соединений и, как следствие, увеличение кислотности теста.

В работе проводили исследования по определению дозировки прессованных дрожжей в рецептуре разрабатываемых изделий. В связи с отсутствием простых сахаров, необходимых для жизнедеятельности дрожжей, дозировка дрожжей прессованных была увеличена; рецептурный ряд дрожжей прессованных включал следующие варианты: 1, 3, 6 и 9 % к массе крахмалопродуктов. Количество добавляемого в рецептуру сахара при проведении исследований для всех образцов составило 9 г на 100 г крахмалопродуктов. Продолжительность брожения теста 60 минут.

Кислотность теста из крахмалопродуктов определяли аналогично кислотности теста из муки [7]. Результаты анализа кислотности теста для хлебных палочек при брожении с добавлением различного количества прессованных дрожжей представлены на рис. 3.

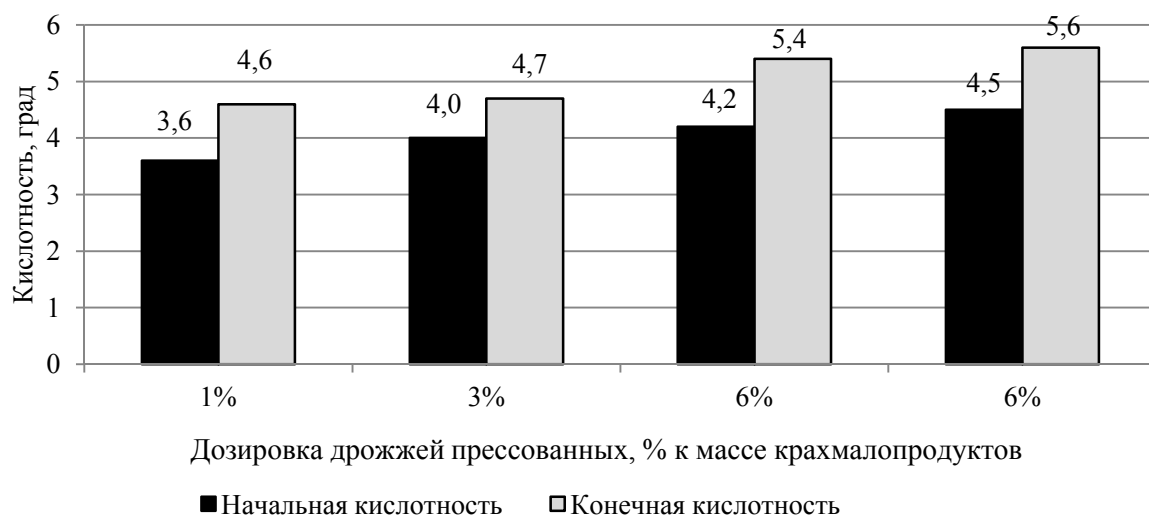


Рис. 3. Изменение кислотности теста для хлебных палочек из крахмала при брожении с различным содержанием дрожжей прессованных

Fig. 3. Changes in the acidity of starch breadsticks during fermentation with different content of pressed yeasts

Данные рисунка 3 показывают, что для всех образцов теста в процессе брожения наблюдается увеличение кислотности. Отмечено, что по окончании брожения в образцах теста с дозировкой дрожжей 6 и 9 % к массе крахмалопродуктов наряду с характерным спиртовым запахом отмечался дрожжевой запах, что является нежелательным с позиции потребительских свойств продукции. Вместе с тем дозировки дрожжей не оказали существенного влияния на реологические свойства теста, процесс формования образцов протекал без затруднений.

Выпеченные изделия имели одинаковые внешний вид, форму и цвет. Влажность образцов варьировалась незначительно и составляла 9,1–9,8 %, что соответствует требованиям для данной продукции. Образцы, изготовленные с наименьшими дозировками дрожжей (1 и 3 % к массе крахмалопродуктов) имели свойственный данным изделиям запах и вкус, гладкую, без подрывов поверхность, хрупкую и хорошо развитую внутреннюю структуру. В образцах, содержащих более высокие дозировки дрожжей (6 и 9 % к массе крахмалопродуктов), ощущался дрожжевой запах, имелись подрывы у нижней поверхности, наряду с развитой пористостью присутствовали пустоты, изделия характеризовались как нехрупкие и мягкие, подобно булочным изделиям. Установлено, что более высокие дозировки дрожжей в рецептуре обусловили более высокие значения показателя кислотности готовых изделий, наибольшее значение которого составило 4,5 град, что несколько превышает значение, регламентируемое для изделий из пшеничной муки (2,5 град) [15]. Также отмечено увеличение диаметра выпеченных изделий в сравнении с диаметром тестовой заготовки, что обусловлено формированием пористой структуры при протекании спиртового брожения.

На основании комплексного анализа органолептических и физико-химических показателей качества теста и выпеченных изделий приняли оптимальную дозировку дрожжей пресованных в разрабатываемой рецептуре равную 3 % к массе крахмалопродуктов, что было использовано при разработке базовой рецептуры хлебных палочек диетического профилактического назначения для коррекции белкового обмена веществ на основе картофельного крахмала и применялось при проведении дальнейших исследований.

Сахар является ингредиентом, в значительной степени определяющим вкус пищевых продуктов, в т.ч. и хлебных палочек, также сахар оказывает влияние на процессы брожения, протекающие в тесте, и определяет его структурно-механические свойства, обуславливающие процесс формования. Дозировки сахара при проведении исследований варьировались от 3 до 15 % к массе крахмалопродуктов с шагом 2 %. Исследования по установлению дозировки сахара в базовой рецептуре хлебных палочек показали, что высокое содержание сахара (15 % к массе крахмалопродуктов) привело к получению липкого теста, что затрудняло процесс формования тестовых заготовок. Вместе с тем отмечено, что даже такое высокое содержание сахара в рецептуре не обеспечило явно выраженный сладкий вкус выпеченных изделий. В связи с этим в разрабатываемой рецептуре была принята дозировка сахара 9 % к массе крахмалопродуктов, для получения более насыщенного сладкого вкуса возможно применение глазирования выпеченных изделий.

При установлении количества жирового компонента в рецептуре хлебных палочек из крахмала дозировка маргарина варьировалась от 2 до 8 % к массе крахмалопродуктов с шагом 2 %. Было установлено, что использование маргарина привело к улучшению реологических свойств теста, в частности повышению его пластичности, что положительно отразилось на процессе формования тестовых заготовок. Анализ органолептических и физико-химических показателей качества выпеченных изделий показал, что наиболее выраженный положительный эффект наблюдается при содержании маргарина 6 % к массе крахмалопродуктов: изделия имеют золотистый, равномерный цвет, характерный сдобный привкус, гладкую поверхность, развитую равномерную пористость и желаемую хрупкость. Более высокие дозировки жирового продукта нецелесообразны, так как крахмалы недостаточно прочно его связывают и удерживают, в результате чего при выпечке изделий жир выделяется на поверхности образцов и на поду печи, что нежелательно с позиции органолептических показателей качества выпеченных изделий и продолжительности их хранения.

Таким образом, базовая рецептура разрабатываемых хлебных палочек диетического профилактического назначения для коррекции белкового обмена веществ на основе картофельного крахмала включает следующие сырьевые ингредиенты: смесь нативных и модифицированного крахмалов в указанном выше соотношении, дрожжи пресованные хлебопекарные, сахар кристаллический, маргарин в указанных выше дозировках, а также соль, подкислитель и эмульгатор.

При разработке технологии хлебных палочек на основе картофельного крахмала проводили

исследования по установлению технологических параметров процесса их изготовления. Согласно требованиям нормативно-технической документации влажность теста для хлебных палочек из пшеничной муки невысока и составляет 28–32 %. В исследованиях при определении оптимальной влажности теста, обеспечивающей процесс формования тестовых заготовок и качество готовой продукции, влажность теста варьировали от 30 до 40 % с шагом 2 %. Диапазон варьирования температуры теста составлял 20–45 °С с шагом 5 °С.

Известно, что для такой группы продукции как бараночные изделия и хлебные палочки процесс брожения в тестовой массе как таковой не проводится, применяется отлежка теста в условиях производственного цеха, продолжительность которой, в большинстве случаев, составляет 10–30 минут [8]. Ранее было указано, что в литературных источниках отсутствуют сведения о протекании процессов брожения в тестовой массе из крахмалопродуктов. В связи с этим представляет интерес изучение влияния продолжительности отлежки теста на качество готовых хлебных палочек из крахмала. В работе отлежка теста осуществлялась в условиях лаборатории при температуре (26±2) °С в течение 10, 20 и 30 минут.

Исследованиями установлено, что образцы теста влажностью 30 и 32 % не поддавались формованию, вследствие того, что представляли собой неоднородную, несвязанную и непластичную крошкообразную массу, что обусловлено недостатком влаги и низкой набухающей способностью крахмалов в используемом в исследованиях температурном диапазоне. Увеличение влажности теста привело к улучшению его реологических характеристик, при этом наиболее оптимальными свойствами с позиции промеса и формования обладали образцы теста влажность 36 и 38 %, так как имели однородную, связанную, достаточно плотную консистенцию и требуемую пластичность, благодаря чему процесс формования тестовых заготовок происходил без затруднений. При формовании образца влажностью 40 % тесто прилипло к формирующим поверхностям, что обуславливало деформацию тестовых заготовок.

Значительного влияния температурного фактора на исследуемые процессы брожения теста и формования тестовых заготовок не выявили, поэтому рекомендуемая температура при приготовлении теста для хлебных палочек из крахмала составляет (25±5) °С.

При установлении продолжительности отлежки теста использовали только образцы влажностью 34–40 %, так как формование теста влажностью 30 % и являлось возможным, поэтому эти образцы не использовались в дальнейших исследованиях. В работе исследовали изменение показателей качества теста при отлежке, представленные в табл. 2, а также определяли показатели качества выпеченных хлебных палочек.

Табл. 2. Изменение кислотности образцов теста в процессе отлежки

Table 2. Changes in the acidity of the dough samples in resting

Продолжительность отлежки, мин	Влажность образцов, %			
	34	36	38	40
0	4,1±0,1	4,1±0,1	4,2±0,1	4,2±0,1
10	4,3±0,1	4,4±0,1	4,6±0,1	4,8±0,1
20	4,5±0,1	4,6±0,1	4,7±0,1	5,0±0,1
30	4,6±0,1	4,8±0,1	5,2±0,1	5,6±0,1

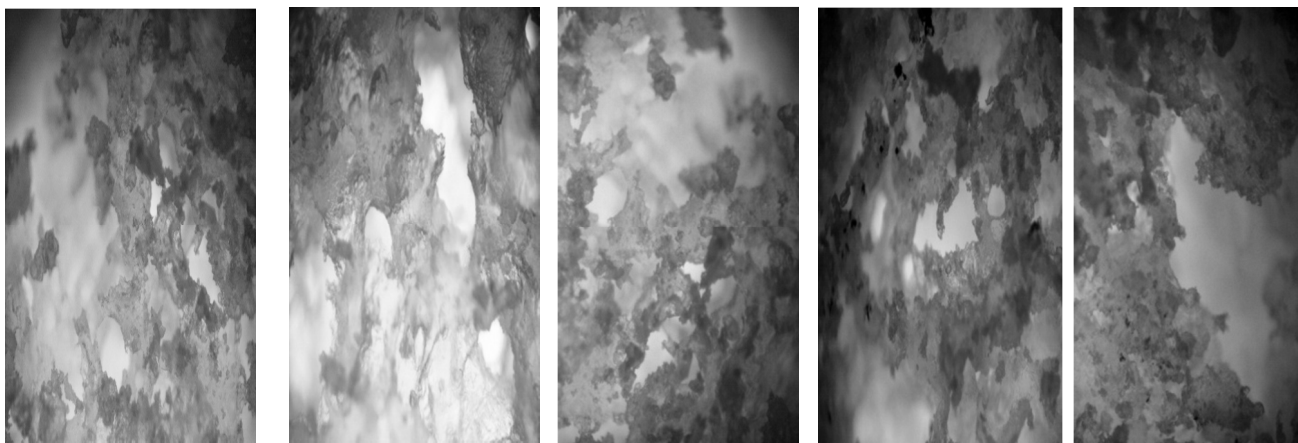
Кислотность образцов теста при проведении отлежки увеличивается, при этом бóльшая интенсивность кислотонакопления наблюдается в образцах с большей влажностью. Следует отметить, что влияние влажности теста на процесс кислотонакопления в сравнении со временем отлежки выражено в большей степени, что объясняется созданием благоприятных условий для жизнедеятельности микрофлоры теста и, как следствие, интенсификацией молочнокислого брожения. Установлено также, что варьирование длительности отлежки не оказало существенного влияния на органолептические показатели качества теста и процесс его формования – все образцы представляли собой однородную связанную, нелипкую, пластичную тестовую массу. Вместе с тем для образца, подвергнувшегося отлежке 30 мин, отме-

чена более сухая поверхность тестовой массы. Анализ качества выпеченных изделий показал, что наилучшими органолептическими показателями характеризовались образцы, изготовленные из теста, подвергнувшегося отлежке в течение 30 минут, имевшего влажность 36 и 38 %.

Таким образом, установленные технологические режимы производства хлебных палочек диетического профилактического назначения для коррекции белкового обмена веществ на основе картофельного крахмала составляют: влажность теста 36–38 %, температура приготовления теста (25 ± 5) °С, продолжительность отлежки 30 минут.

Хлебные палочки из пшеничной муки относятся к группе хлебобулочной продукции, характеризующейся пониженной влажностью, что в сравнении с большинством хлебобулочных изделий обуславливает удлинённый срок годности, который согласно [15] составляет от 15 до 30 суток. В рецептуре разрабатываемых изделий основными компонентами являются нативные и модифицированный крахмалы, взаимодействие которых с водой вследствие химического состава и физико-химических свойств протекает несколько иначе в сравнении с мукой. В связи с этим в исследованиях изучали процесс хранения хлебных палочек на основе картофельного крахмала. Для этого определяли органолептические и физико-химические показатели, а также микроструктуру выпеченных образцов. Общая продолжительность хранения составила 4 недели (28 дней). Образцы хранили упакованными в полиэтиленовую пленку в условиях лаборатории при температуре (20 ± 2) °С и относительной влажности 65–70 %.

Установлено, что такие органолептические показатели качества хлебных палочек как цвет, вкус, запах, поверхность при хранении в течение исследуемого периода не изменяются. Влажность образцов при хранении несколько снижается и достигает в среднем равновесного значения 9,3 %, кислотность образцов при хранении варьируется незначительно и к окончанию хранения составляет 4,5 градуса. Исследованиями установлено, что наибольшие изменения при хранении хлебных палочек касаются внутреннего состояния и структуры продукции. Наблюдается также некоторое увеличение хрупкости исследуемых образцов, что, однако, не ухудшает их потребительские свойства. Результаты исследования микроструктуры образцов хлебных палочек на основе картофельного крахмала при хранении представлены на рис. 4.



в день
изготовления

на 7 сутки

на 14 сутки

на 21 сутки

на 28 сутки

Рис. 4. Микроструктура хлебных палочек на основе картофельного крахмала при хранении

Fig. 4. Microstructure of potato starch bread sticks during storage

Полученные данные показывают, что при хранении хлебных палочек на основе картофельного крахмала происходит изменение внутреннего состояния, а именно образование пустот в центре изделий, что является нежелательным, так как может привести к образованию

лома при транспортировании и хранении продукции. Это объясняется процессами, близкими к процессу черствения хлебобулочной продукции, однако, в сравнении с хлебобулочными изделиями, в хлебных палочках из крахмала структура выпеченных изделий формируется только за счет крахмального студня, образующегося из нативных и модифицированных крахмалов. При хранении изделий, вследствие ретроградации крахмальных студней, сформировавшаяся структура образцов разрушается, и в центре изделий образуются пустоты. В целом на основании полученных результатов заключили, что срок годности хлебных палочек диетического профилактического назначения для коррекции белкового обмена веществ на основе картофельного крахмала в упакованном виде составляет 14 суток, для увеличения сроков годности разрабатываемых изделий планируется проведение дальнейших исследований.

Расчет пищевой ценности показал, что в 100 г хлебных палочек диетического профилактического назначения для коррекции белкового обмена веществ на основе картофельного крахмала содержится белка 5,1 г, углеводов 71,65 г, жиров 4,8 г, энергетическая ценность 100 г изделий составляет 350 ккал. Невысокое содержание белка в сравнении с изделиями из пшеничной муки и отсутствие глютена в сырье и готовой продукции позволяет рекомендовать разработанный продукт для включения в безглютеновые и низкобелковые рационы питания. Вместе с тем невысокое содержание витаминов и минеральных веществ в разработанных хлебных палочках показывает необходимость обогащения готовых изделий необходимыми нутриентами, что является возможным продолжением исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований установлена возможность расширения ассортимента продукции диетического профилактического назначения для коррекции белкового обмена веществ за счет формирования новой группы продуктов питания – хлебных палочек на основе картофельного крахмала. Изучены технологические свойства различных видов муки, крахмалов, а также смесей крахмалопродуктов, представляющие интерес с позиции технологии производства хлебных палочек, показавшие возможность использования нативных крахмалов в комплексе с модифицированным крахмалом в качестве основы хлебных палочек диетического профилактического назначения для коррекции белкового обмена. На основании полученных результатов разработана основа базового рецептурного состава хлебных палочек, включающая нативный картофельный, а также кукурузный и модифицированный крахмалы в соотношении 40:40:20 соответственно. Экспериментально определены оптимальные дозировки дрожжей прессованных, сахара и маргарина, содержание которых в базовой рецептуре хлебных палочек из крахмала составляет соответственно 3, 9 и 6 % к массе крахмалопродуктов.

Установлены технологические параметры приготовления теста для хлебных палочек диетического профилактического назначения для коррекции белкового обмена веществ на основе картофельного крахмала: влажность теста составляет 36–38 %, температура приготовления теста (25±5) °С, продолжительность отлежки 30 минут. Рекомендуемый срок годности разработанных хлебных палочек в упакованном виде составляет 14 суток. Рассчитана пищевая и энергетическая ценность хлебных палочек на основе картофельного крахмала, невысокое содержание белка и отсутствие глютена в сырье и готовой продукции позволяет рекомендовать разработанные изделия в качестве продукции для диетического профилактического питания при нарушениях белкового обмена веществ.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Кочеткова, А. А. Функциональные продукты питания: учебное пособие для студентов вузов / А. А. Кочеткова, Л. Г. Ипатова, А. П. Нечаев, О. Г. Шубина. – М.: МГУПП, 2007. – 130 с.
- 2 Пищевая продукция в части ее маркировки: ТР ТС 022/2011: принят 01.07.2011: вступ. в силу 01.07.2013 / Евраз. эконом. комис. – Минск: Госстандарт: БелГИСС, 2012. – 28 с.
- 3 Василенко, З. В. Разработка научно обоснованной технологии производства кулинарного изделия для безглютеновой диеты / З. В. Василенко, В. В. Редько-Бодмер // Вестник МГУП. – 2018. – № 1 (24). – С. 27–31.

- 4 Безглютеновые продукты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://healthtohome.ru/>. – Дата доступа: 20.11.2018.
- 5 Интернет-магазин «Medicalfood». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [medicalfoodby@gmail.com/](mailto:medicalfoodby@gmail.com). – Дата доступа: 23.11.2018.
- 6 Хлебные палочки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hleb-produkt.ru/hlebobulochnye-izdeliya/499-hlebnye-palochki.html/>. – Дата доступа: 28.11.2018.
- 7 Пучкова, Л. И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства: учебное пособие для вузов / Л. И. Пучкова. – 4-е изд. перераб. и доп. – СПб: ГИОРД, 2004. – 264 с.
- 8 Химический состав пищевых продуктов: Книга 1: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / Под ред. И. М. Скурихина, М. Н. Волгарева. – 2-ое изд., пер. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.
- 9 Казаков, Е. Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки: учебное пособие для вузов / Е. Д. Казаков, В. Л. Кретович. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 368 с.
- 10 Трегубов, Н. Н. Технология крахмала и крахмалопродуктов / Н. Н. Трегубов [и др.]; под ред. Н. Н. Трегубова. – М.: Легкая и пищевая промышленность. – 1981. – 470 с.
- 11 Василевская, М. Н. Технология производства макаронных изделий из крахмала / М. Н. Василевская, Е. Ф. Тихонович // Вестник Могилев. гос. ун-та продовольствия. – 2018. – № 2 (25). – С. 49 – 58.
- 12 Литвяк, В. В. Влияние физической модификации на свойства крахмалов / В. В. Литвяк, Е. В. Гринюк, И. М. Почичкая, М. В. Силич, В. В. Москва // Весці НАН Беларусі. Сер. хім. навук. – 2010. – № 1. – С. 41 – 45.
- 13 Василевская, М. Н. Разработка рецептуры хлебных палочек из крахмала с использованием дрожжей / Василевская М. Н., Тихонович Е. Ф., Иванова В. Г. // Инновации. Образование. Энергоэффективность: материалы XII Междунар. науч.-практ. конф., Могилев, 25–27 октября 2018 г. / под общ. ред. А. А. Лапко. – Минск: ГАЗ-ИНСТИТУТ, 2018. – С. 146–148.
- 14 Сборник технологических инструкций по производству хлебобулочных изделий: в 2 т. Т. 2 / Государственное предприятие «Белтехнохлеб»; разработ. Л. С. Колосовская [и др.]. – Минск: Бизнесофсет, 2011. – 328 с.
- 15 Палочки хлебные. Общие технические условия: ГОСТ 28881–90. – Введ. 01.07.1991. – Москва: Стандартинформ, 2009. – 6 с.

Поступила в редакцию 20.06.2019 г.

ОБ АВТОРАХ:

Марина Николаевна Василевская, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии хлебопродуктов, Могилевский государственный университет продовольствия.

Елена Федоровна Тихонович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии хлебопродуктов, Могилевский государственный университет продовольствия.

ABOUT AUTHORS:

Marina N. Vasilevskaya, PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Grain Products Technology, Mogilev State University of Food Technologies.

Alena F. Tsikhanovich, PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Grain Products Technology, Mogilev State University of Food Technologies.