

Влияние добавления муки из овсяных хлопьев на технологические параметры приготовления пшеничного багета

Анна Е. Ковалева	¹	a.e.kovaleva@ya.ru	 0000-0001-7807-1755
Эльвира А. Пьяникова	¹	alia1969@ya.ru	 0000-0003-4424-7323
Анастасия С. Рязанцева	¹	an.ryazantseva2016@ya.ru	 0000-0000-0000-0000
Евгений Ю. Калугин	¹	zkaluga2412@gmail.com	 0000-0000-0000-0000
Егор Т. Грешилов	¹	egorgreshilov99@gmail.com	 0000-0000-0000-0000
Елена В. Овчинникова	²	e.ov4innikova2011@ya.ru	 0000-0001-6755-2764

¹ Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия

² Курский институт кооперации, ул. Радищева, 116, г. Курск, 305004, Россия

Аннотация. Среди населения в последнее время большой популярностью пользуются функциональные продукты питания. К этой категории относят продукты с добавленной пищевой ценностью, которые благоприятно влияют на состояние организма и способствуют снижению риска развития ряда заболеваний. Одним из таких ингредиентов являются пищевые волокна, источником которых могут являться овсяные хлопья. В работе было рассмотрено влияние муки из овсяных хлопьев на технологические параметры производства багета пшеничного, в рецептуре которого часть пшеничной муки заменялась данной мукой. Результаты исследований показали, что при замесе теста из-за высокой водопоглощающей способности овсяной муки расход воды увеличивается, по сравнению с приготовлением теста на пшеничной муке. В ходе протекания процесса брожения происходит повышение температуры теста и как следствие процесс брожения ускоряется, что может негативно сказаться на кислотности багета. Поэтому вместо воды комнатной температуры добавляется лед. Жесткость такой ледяной воды должна быть 4-6 °Ж. С целью получения более пластичного и упругого теста для багет использовали овсяную муку с содержанием жира не более 9% и с заменой пшеничной муки в количестве не более 50%. Использование муки из овсяных хлопьев в рецептуре багет оказывает влияние на продолжительность операции «брожение»: ускоряет его благодаря наличию большого количества витаминов, минералов и суммарных сахаров, являющихся питательной средой для развития дрожжей. Введение в технологию производства багет дополнительной обработки отформованных заготовок кипящим раствором соды позволяет получить изделие с хрустящей корочкой и воздушным мякишем.

Ключевые слова: багет пшеничный, рецептура, технологические параметры, брожение, мука из овсяных хлопьев.

The effect of adding flour from oat flakes on the technological parameters of the preparation of wheat baguette

Anna E. Kovaleva	¹	a.e.kovaleva@ya.ru	 0000-0001-7807-1755
Elvira A. Pyanikova	¹	alia1969@ya.ru	 0000-0003-4424-7323
Anastasia S. Ryazantseva	¹	an.ryazantseva2016@ya.ru	 0000-0000-0000-0000
Evgeny Yu. Kalugin	¹	zkaluga2412@gmail.com	 0000-0000-0000-0000
Egor T. Greshilov	¹	egorgreshilov99@gmail.com	 0000-0000-0000-0000
Elena V. Ovchinnikova	²	e.ov4innikova2011@ya.ru	 0000-0001-6755-2764

¹ South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia

² Kursk Institute of Cooperation, Radishcheva, 116, Kursk, 305004, Russia

Abstract. Functional food products have recently become very popular among the population. This category includes products with added nutritional value, which favorably affect the state of the body and contribute to reducing the risk of developing a number of diseases. One of these ingredients is dietary fiber, the source of which may be oat flakes. The paper examined the influence of oatmeal flour on the technological parameters of the production of wheat baguette, in the formulation of which part of the wheat flour was replaced by this flour. Research results have shown that when kneading dough, due to the high water-absorbing ability of oat flour, water consumption increases, compared with the preparation of dough on wheat flour. During the fermentation process, the temperature of the dough increases and, as a result, the fermentation process accelerates, which can negatively affect the acidity of the baguette. Therefore, ice is added instead of room temperature water. The hardness of such ice water should be 4-6 ° F. In order to obtain a more plastic and elastic dough for baguettes, oat flour with a fat content of no more than 9% and with the replacement of wheat flour in an amount of no more than 50% was used. The use of oatmeal flour in the baguette recipe affects the duration of the "fermentation" operation: it accelerates it due to the presence of a large amount of vitamins, minerals and total sugars, which are a nutrient medium for the development of yeast. Introduction to the baguette production technology of additional processing of molded blanks with a boiling soda solution allows you to get a product with a crisp crust and an airy crumb.

Keywords: wheat baguette, recipe, technological parameters, fermentation, oatmeal flour.

Для цитирования

Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А., Рязанцева А.С., Калугин Е.Ю., Грешилов Е.Т., Овчинникова Е.В. Влияние добавления муки из овсяных хлопьев на технологические параметры приготовления пшеничного багета // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86. № 1. С. 38–45. doi:10.20914/2310-1202-2024-1-38-45

For citation

Kovaleva A.E., Pyanikova E.A., Ryazantseva A.S., Kalugin E.Yu., Greshilov E.T., Ovchinnikova E.V. The effect of adding flour from oat flakes on the technological parameters of the preparation of wheat baguette. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2024. vol. 86. no. 1. pp. 38–45. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2024-1-38-45

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Сегодня все более актуальным становится здоровый образ жизни и использование диетических продуктов, полезных для организма и не содержащих избыточного количества калорий. С этим связан интерес к овсяной муке, которая является одним из самых полезных продуктов для диетического питания [1].

Многие исследователи позиционируют ее как муку, не содержащую глютен, но на самом деле это не совсем корректное утверждение. В отличие от пшеницы, которая содержит глютен, овес имеет в составе другое вещество – авенин. Это основной белок данной злаковой культуры (до 80%). Благодаря авенину овсяная мука и хлопья оказывают на организм тонизирующее действие. В составе авенина содержится 25% глутаминовой кислоты, который на кишечник действует так же, как и глютен. И хотя овес часто рекомендуют тем, кто придерживается безглютеновой диеты, это касается только тех хлопьев и муки, которые прошли специальную обработку и на которых стоит соответствующая пометка.

Еще одно отличие овсяной муки от пшеничной – она содержит полезный для организма кремний, который в других видах муки вообще отсутствует. Белки составляют 13 г (14%), жиры 7 г (16%) и углеводы 65 г (70%), отсюда соотношение белков, жиров и углеводов 1:0,5:5.

Причем жиров в овсяной муке больше, чем в пшеничной муке. Также она богата такими витаминами и минералами, как: витамин В1–23,3%, витамин РР–21,5%, калий – 11,2%, магний – 27,5%, фосфор – 43,8%, железо – 20% [2–4].

Известно, что овсяная мука обладает исключительными питательными свойствами, главным образом благодаря β-глюкану – растворимой клетчатки, обладающей полезными свойствами для здоровья (снижение уровня холестерина в крови и снижение риска сердечно-сосудистых заболеваний) [5, 6].

В овсяной муке содержится на 11% больше клетчатки, чем в белой универсальной пшеничной. Клетчатка дольше сохраняет чувство сытости.

Багет – длинный тонкий хлеб с мягким нежным мякишем и хрустящей корочкой. Этот продукт стал популярен не только на своей родине во Франции, но и за ее пределами.

Такой вид хлеба выпекается в виде длинного узкого батона. Его длина может достигать

70 см, а толщина – 4–5 см. Вес колеблется в зависимости от вида и составляет 170–450 г. В среднем вес традиционной выпечки составляет 200–300 г.

Тесто готовится на основе пшеничной муки с добавлением воды, соли и дрожжей. Иногда вместо воды добавляется молоко или молочная сыворотка, что делает вкус более нежным и насыщенным, а мякиш – воздушным.

Багет отличается высокой калорийностью, отдельные виды содержат от 225 до 316 ккал на 100 г.

Существует множество рецептов и технологий выработки багет. Выделяют несколько основных видов:

- традиционный – пшеничный без вкусовых добавок с воздушным мякишем и твердой хрустящей корочкой;

- деревенский – может входить ржаная мука или зерна грубого помола. Форма вытянутая с острыми кончиками;

- фарине – традиционный рецепт, но изделие перед выпеканием посыпается мукой;

- формовой – плотный мякиш с тонкой коркой, подходит для супов.

Также различают рецепты по способу выпекания. Помимо обычного производственного оборудования используют каменные печи, что делает выпечку пышной и ароматной.

Сырье, применяемое в хлебопечении, для производства багет делят на основное и вспомогательное. К основному сырью относят муку, соль и дрожжи. В хлебопечении используют ржаную муку разных сортов и пшеничную муку первого и второго сортов.

В качестве нетрадиционного сырья для приготовления багет, предлагается замещать часть пшеничной муки на муку, приготовленную из овсяных хлопьев.

Цель работы – установление влияния добавления муки из овсяных хлопьев при разработке рецептов пшеничного багета на технологические параметры его производства.

Материалы и методы

В качестве контрольного образца будут рассмотрены две рецептуры: классическая рецептура французского багета и рецептура багета (прототипа). В образце № 1 предлагается заменить 25% пшеничной муки на муку из овсяных хлопьев, а в образце № 2 – 50%. Рецептура багет представлена в таблице 1.

Таблица 1.

Рецептура образцов багет

Table 1.

Recipe of baguette samples

Ингредиент Ingredient	Рецептура классическая Classic recipe	Рецептура багета (прототип) Baguette recipe (prototype)	Разрабатываемые рецептуры Formulations being developed			
			Образец № 1 Sample № 1		Образец № 2 Sample № 2	
			г (мл) g (ml)	%	г (мл) g (ml)	%
Мука пшеничная высшего сорта (Россия), г Wheat flour of the highest grade (Russia), g	–	220	165	40,4	110	25,0
Мука пшеничная Т65 (Франция), г Wheat flour Т65 (France), g	1000	–	–	–	–	–
Овсяные хлопья, г Oat flakes, g	–	–	55	13,4	110	25,0
Вода, мл Water, ml	800	150	180	44,0	210	47,8
Соль пищевая, г Food salt, g	18	4,58	7	1,6	7	1,6
Дрожжи сухие быстродействующие, г Dry fast-acting yeast, g	7	–	2	0,6	2	0,6
Дрожжи прессованные, г Pressed yeast, g	–	5,2	–	–	–	–
Улучшитель общий, г General improver, g	–	0,42	–	–	–	–

Багеты по классической рецептуре и рецептуре прототипа изготавливают по унифицированной рецептуре безопарным (однофазным способом) и периодическим способом [7]. Однофазный способ предусматривают внесение всего количества сырья при замесе теста. Безопарный способ приготовления теста рекомендуется применять при выработке булочных и сдобных изделий из пшеничной муки высшего и первого сортов, имеющих относительно низкую кислотность – обычно не более 3–4 град.

При замесе безопарного теста периодическим способом в дежу сначала дозируют воду, в которой разводят прессованные дрожжи, затем соль, муку и остальное сырьё. Дозировка прессованных дрожжей при безопарном способе составляет 1,5–2,5% к массе муки, жидких дрожжей – 35–50% к массе муки. Продолжительность замеса безопарного теста – не менее 10 мин, температура теста после замеса – 28–32 °С. Влажность теста должна быть на 0,5–1,0% выше влажности мякиша готового изделия. Продолжительность брожения теста 2–4 часа (обычно около 3 ч). Через 1 час после замеса теста из муки высшего и первого сортов рекомендуется проводить обминку теста. Для теста из сильно муки проводят две или три обминки, причём последнюю – за 20–30 мин до окончания брожения.

Готовность теста определяют по увеличению объёма в 1,5–2 раза и по кислотности. Конечная кислотность безопарного теста должна быть на 0,5 град. выше кислотности готового изделия [8].

Результаты и обсуждение

Технологический процесс приготовления разрабатываемых образцов багет заключается в следующих технологических операциях, представленных на рисунке 1.

Овсяные хлопья перемалывают, первоначально, поместив их в высокоскоростной измельчитель, и затем измельчают в течение 30–60 секунд до получения тонкой порошкообразной консистенции. При необходимости время измельчения может быть увеличено еще 15–30 секунд. Все овсяные хлопья должны быть мелко перемолоты. Однако необходимо следить за процессом измельчения, так как чрезмерное смешивание может вызвать слипание частиц. Порошкообразная консистенция должна быть близкой к текстуре пшеничной муки, но только немного более зернистой. Полученную из овсяных хлопьев муку можно хранить в закрытых емкостях при температуре 22 ± 2 °С сроком до одного месяца.

Подготовка муки заключается в составлении смеси из овсяной и пшеничной муки в соотношении 1:4 (образец № 1) или 1:2 (образец № 2), проведении их смешивания, просеивания и магнитной очистке. Мука проходит через сита просеивателя, размер ячеек 0,3 мм. Просеивание производится для очистки муки от посторонних примесей, а также для рыхления и аэрации муки (насыщение кислородом) [9]. На мучных линиях предусматриваются магнитные уловители, предназначенные для удаления из муки металлических частиц при прохождении через отверстия сита просеивателя. Затем мука поступает в зону хранения сырья. Перед использованием муку взвешивают. В приготовленной смеси в образце № 1 – осуществляется замена 25% пшеничной муки на овсяную муку, в образец № 2 – замена 50% пшеничной муки на овсяную муку.

Согласно рецептуре в подготовленную смесь добавляют соль и быстродействующие дрожжи.

После чего добавляется вода (180 мл), температура воды не должна превышать 35 °С, так как дрожжи лучше развиваются в теплой воде (при температуре 25–35 °С), что оказывает положительное влияние на процесс брожения.

Для избежания перегрева теста, можно использовать во время замеса и во время

брожения ледяную воду, при этом следить за температурой теста. Лед вытягивает у жидкостей тепло и при этом тает. За счет этого, тесто хоть и получается охлажденным, но все-таки остается легко-замешиваемым, так как содержит достаточное количество воды.

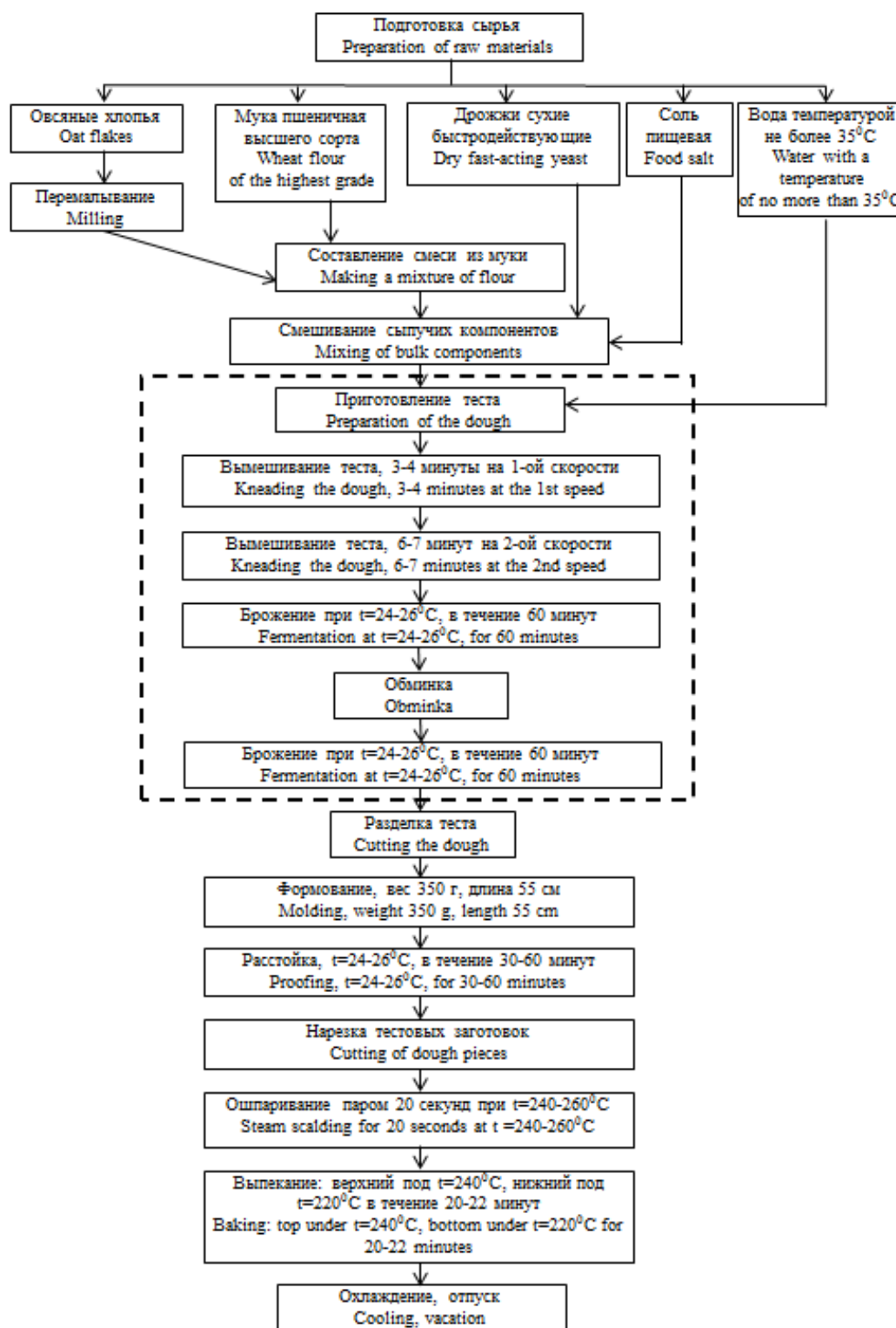


Рисунок 1. Технологический процесс приготовления багет

Figure 1. Technological process of baguette preparation

Добавление воды при замесе теста может по-разному влиять на процесс тестообразования, мука увлажняется, но тесто может быть не пластичным, грубым и твердым. Если в процессе замеса согласно рецептуре добавляется мука из овсяных хлопьев. Однако из-за своей высокой способности связывать воду β -глюкан, содержащийся в овсяной муке, делает тесто липким и влияет на желатинизацию крахмала. Тесто становится более крутым, и это требует введение дополнительного количества воды.

Деградация β -глюкановых ферментов во время ферментации способствует выделению воды, поглощенной во время замеса, что делает работу с овсяным тестом очень сложной. Овсяная мука с лучшей деградацией крахмала и более высокой способностью удерживать воду, чем пшеничная мука, оказывает влияние на замедление черствения и соответственно увеличивает срок годности готовой продукции. В связи с этим введение в рецептуру пшеничных багет, овсяной муки в зависимости от содержания в ней массовой доли жира может варьироваться от 5–50%. Оптимальной считается овсяная мука по содержанию жира от 3 до 9%, так как при этом тесто получается более пластичное, упругое и лучше держит форму [10]. Увеличение массовой доли жира в овсяной муке до 14% будет замедлять процесс брожения теста.

Жесткость воды также влияет на свойства теста. Она зависит от присутствия в ней солей кальция и магния. В России такой единицей является градус жесткости, который обозначается $^{\circ}\text{Ж}$ и равен 1 мг-экв/л. В 1°Ж содержится 20,04 мг ионов кальция и 12,16 мг ионов магния. Вода с показателем жесткости от 6 до 12°Ж и более замедляет работу дрожжей, со значением жесткости от 4–6 $^{\circ}\text{Ж}$ улучшает консистенцию теста, а мягкая вода с жесткостью менее 4°Ж – снижает интенсивность брожения и ослабляет клейковинный каркас. Так как соли, находящиеся в жесткой воде, влияют на образование клейковины, укрепляют ее, то при выпекании багет желателно использовать жесткую воду.

При замесе теста все ингредиенты хорошо перемешиваются сначала на первой скорости вращения месильного органа вокруг своей оси и по периметру дежи 52/14 оборотов в минуту в течение 3–4 минут. Тесто получается очень липким и должно иметь слабую консистенцию. Затем продолжается замес теста на второй скорости вращения месильного органа вокруг своей оси и по периметру дежи 78/21 оборотов в минуту в течение 6–7 минут до неполного развития клейковины.

Вымешанное тесто отправляется на следующую технологическую операцию – брожение, которое осуществляется в течение 60 минут при температуре 24–26 $^{\circ}\text{C}$, после чего производится обминка теста и продолжается брожение еще 60 минут при той же температуре.

Брожение начинается с момента замеса и продолжается в период нахождения теста в бродильных емкостях (дежах) и при последующих технологических операциях.

За время брожения в тесте проявляются вкусовые и ароматические вещества, а также происходит разрыхление теста углекислым газом. Внесение в тесто пшеничного багета овсяной муки способствует более интенсивному брожению, чем в образцах только с пшеничной мукой. Это в дальнейшем будет способствовать созданию мякиша с хорошо развитой тонкостенной пористостью, свойственной французскому багету. На интенсивность процесса брожения оказывает содержащееся больше количество суммарных сахаров (пентоз, гексоз, мальтоза и лактоза) [11–15] в овсяной муке (0,8 г) по сравнению с пшеничной мукой (0,3), а также витаминов и минералов, являющихся питательной средой для дрожжей. Однако, при накоплении углекислого газа может затормозиться жизнедеятельность дрожжей. Поэтому бродящее тесто подвергают кратковременной обминке (перемешиванию), углекислый газ удаляется, структура теста при этом улучшается.

Приготовленное тесто складывают от центра к краю, аналогичным способом складывают верхний и нижний края к центру. Данная операция повторяется несколько раз. Такое формование теста необходимо для того, чтобы некрутое тесто стало более пористым, хорошо поднялось, соответственно влажное тесто становится более упругим и формоустойчивым [16–20].

После чего разделяют тесто по весу в 350 г, раскатывают багет примерно длиной 55 см и отправляют на расстойку при температуре 24–26 $^{\circ}\text{C}$, в течение 30–60 минут.

Надрезы производятся пекарским ножом под углом 30° , таким образом, чтобы каждый надрез перекрывал багет на $\frac{1}{4}$ длины.

Для получения хрустящей корочки, характерной для французских багетов, заготовки обваривают в кипящем растворе (12 г. соды на 1 л воды) в течение 20 секунд. Сода, соединяясь с горячей жидкостью, даёт реакцию гашения. Происходит распад вещества с выделением пузырьков углекислого газа. Попадая в кипяток, тесто схватывается, образуя оболочку. При запекании эта оболочка превращается в глянцевую хрустящую корочку, а тесто внутри получается более пористое и воздушное.

Заготовки выпекаются в разогретой до 230 °С хлебопекарной печи в течение 20 минут.

При наличии на производстве оборудования с возможностью подавать пар. Заготовки выпекаются в предварительно разогретой до 240–260 °С печи, с предварительной подачей пара в течение 20 секунд и последующим выпеканием при температуре 240 °С верхнего пода и 220 °С нижнего пода в течение 20–22 минут.

Заключение

В ходе разработки технологического процесса производства пшеничного багета с добавлением муки из овсяных хлопьев были установлены следующие технологические параметры:

– при замесе теста с использованием муки из овсяных хлопьев воды требуется больше, чем при использовании пшеничной, что связано с высокой водопоглощающей способностью овсяной муки;

– при брожении необходимо соблюдать температурный режим, т. к. при использовании в рецептуре муки из овсяных хлопьев

наблюдается интенсификация данного процесса. Для этого вместо воды комнатной температуры добавляется лед;

– рекомендуется в рецептуре для багет использовать овсяную муку с содержанием жира не более 9% для получения более пластичного и упругого теста;

– содержание овсяной муки в рецептуре багет, в зависимости от содержания в ней массовой доли жира, не должно превышать 50%;

– для получения теста для багета нужной консистенции необходимо использовать воду со значением жесткости от 4 до 6 °Ж;

– внесение в рецептуру муки из овсяных хлопьев из-за содержания большого количества суммарных сахаров, а также витаминов и минералов, являющихся питательной средой для дрожжей, ускоряет процесс брожения;

– с целью получения хрустящей корочки, характерной для французских багетов, и пористого и воздушного мякиша заготовки обваривают в кипящем растворе в течение 20 секунд.

Литература

- 1 Shukri R., Alavi S., Dogan H., Shi Y.C. Properties of extruded cross-linked waxy maize starches and their effects on extruded oat flour // Carbohydrate polymers. 2021. V. 253. P. 117259.
- 2 Пат. № 2775915, RU, A21D 13/80, 13/066, 8/06. Бисквитный полуфабрикат безглютеновый и способ его приготовления / Пьяникова Э.А., Ковалева А.Е., Ткачева Е.Д., Рязанцева А.С. № 2021132799; Заявл. 11.11.2021; Опубл. 11.07.2022.
- 3 Самсонова Е.Д., Красноштанова А.А. Технология хлебобулочных изделий с использованием белоксодержащего растительного сырья // Успехи в химии и химической технологии. 2020. № 11. С. 62–67.
- 4 Полонский В.И., Сури́н Н.А., Герасимов С.А., Липшин А.Г. и др. Изучение сортов овса (*Avena sativa* L.) различного географического происхождения по качеству зерна и продуктивности // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. № 23(6). С. 683–690.
- 5 Zhang N., Gao Y., Tong L., Li Z. Superheated steam processing improved the qualities of oats flour and noodles // Journal of Cereal Science. 2018. V. 83. P. 96–100.
- 6 Roye C., Van Wayenbergh E., Henrion M., De Bondt Y. et al. Extrusion-cooking affects oat bran physicochemical and nutrition-related properties and increases its β -glucan extractability // Journal of Cereal Science. 2021. V. 102. P. 103360. doi: 10.1016/j.jcs.2021.103360
- 7 Клочкова И.С., Давидович В.В. Технология хлебобулочных изделий с использованием белоксодержащего растительного сырья // Научные труды Дальрыбвтуза. 2018. Т. 46. №. 3. С. 62–67.
- 8 Пат. № 2756117, RU, A21D 2/36. Хлеб из пшеничной и гречневой муки функционального назначения и способ его приготовления / Пьяникова Э.А., Ковалева А.Е., Ткачева Е.Д. и др. № 2020117493; Заявл. 27.05.2020; Опубл. 28.09.2021.
- 9 Пьяникова Э.А., Ковалева А.Е., Кривдина О.А., Рязанцева А.С. Технологические параметры производства бисквитов безглютеновых // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 4(90). С. 63–69. doi: 10.20914/2310–1202–2021–4–63–69
- 10 Шаболкина Е.Н., Шевченко С.Н. Результаты изучения реологических и хлебопекарных показателей теста, полученного из смесей пшеничной муки и продуктов переработки зерна овса голозерного // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. №. 4 (36). С. 148–155. doi: 10.24411/2309–348X-2020–11218
- 11 Феофилактова О.В., Пономарев А.С. Исследование технологических свойств нетрадиционных видов муки при производстве продукции предприятий общественного питания // Food industry. 2019. Т. 4. №. 2. С. 28–34. doi: 10.29141/2500–1922–2019–4–2–4
- 12 Krochmal-Marczak B., Tobiasz-Salach R., Kaszuba J. The effect of adding oat flour on the nutritional and sensory quality of wheat bread // British Food Journal. 2020. V. 122. №. 7. P. 2329–2339. doi: 10.1108/BFJ-07-2019-0493
- 13 Abou-Raya M.A., Rabiae M.M., El-Shazly A.S., El-Fadaly E.S. et al. Effect of adding barley and oat flour on the rheological properties of bread dough // Journal of Food and Dairy Sciences. 2014. V. 5. №. 8. P. 641–652.
- 14 Marcin K., Jarosław W., Monika P., Agnieszka W. Application of the response surface methodology in optimizing oat fiber particle size and flour replacement in wheat bread rolls // CyTA-Journal of Food. 2016. V. 14. №. 1. P. 18–26.

- 15 Zaki H., Hussien A. Chemical, rheological and sensory properties of wheat-oat flour composite cakes and biscuits // *Journal of Productivity and Development*. 2018. V. 23. №. 2. P. 287-306.
- 16 Morsy M.K. Physicochemical and Sensory Properties of Functional Biscuits Fortified With Oat Flour // *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*. 2022. V. 60. №. 1. P. 63-72.
- 17 Farkas A., Szabó E., Horváth A., Jaksics E. et al. Development and application of a laboratory baking test for the characterisation of wholemeal oat flours // *Journal of Cereal Science*. 2023. V. 114. P. 103761.
- 18 Tamba-Berehoiu R.M., Cristea S., Negoită M.I.O.A.R.A., Popa C.N. et al. Bread making potential assessment of wheat-oat composite flours // *Romanian Biotechnological Letters*. 2019. V. 24. №. 3. P. 522-530.
- 19 Majzoobi M., Raiss Jalali A., Farahnaky A. Impact of whole oat flour on dough properties and quality of fresh and stored part-baked bread // *Journal of Food Quality*. 2016. V. 39. №. 6. P. 620-626. doi: 10.1111/jfq.12237
- 20 Abou-Raya M.A., Rabiaie M.M., El-Shazly A.S., El-Fadaly E.S. Effect of adding barley and oat flour on the rheological properties of bread dough // *Journal of Food and Dairy Sciences*. 2014. V. 5. №. 8. P. 641-652.

References

- 1 Shukri R., Alavi S., Dogan H., Shi Y.C. Properties of extruded cross-linked waxy maize starches and their effects on extruded oat flour. *Carbohydrate polymers*. 2021. vol. 253. pp. 117259.
- 2 Pyanikova E.A., Kovaleva A.E., Tkacheva E.D., Ryazantseva A.S. Gluten-free semi-finished biscuit product and method of its preparation. Patent RF, no. 2775915, 2022.
- 3 Samsonova E.D., Krasnoshtanova A.A. Technology of bakery products using protein-containing vegetable raw materials. *Advances in chemistry and chemical technology*. 2020. no. 11. pp. 62–67. (in Russian).
- 4 Polonsky V.I., Surin N.A., Gerasimov S.A., Lipshin A.G. et al. Study of oat varieties (*Avena sativa* L.) of different geographical origins in terms of grain quality and productivity. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2019. no. 23(6). pp. 683–690. (in Russian).
- 5 Zhang N., Gao Y., Tong L., Li Z. Superheated steam processing improved the qualities of oats flour and noodles. *Journal of Cereal Science*. 2018. vol. 83. pp. 96-100.
- 6 Roye C., Van Wayenbergh E., Henrion M., De Bondt Y. et al. Extrusion-cooking affects oat bran physicochemical and nutrition-related properties and increases its β -glucan extractability. *Journal of Cereal Science*. 2021. vol. 102. pp. 103360. doi: 10.1016/j.jcs.2021.103360
- 7 Klochkova I.S., Davidovich V.V. Technology of bakery products using protein-containing vegetable raw materials. *Scientific works of Dalrybvtuz*. 2018. vol. 46. no. 3. pp. 62-67. (in Russian).
- 8 Pyanikova E.A., Kovaleva A.E., Tkacheva E.D. et al. Bread made from wheat and buckwheat flour for functional purposes and a method for its preparation. Patent RF, no. 2756117, 2021.
- 9 Pyanikova E.A., Kovaleva A.E., Krivdina O.A., Ryazantseva A.S. Technological parameters for the production of gluten-free biscuits. *Proceedings of VSUET*. 2021. vol. 83. no. 4(90). pp. 63–69. doi: 10.20914/2310-1202-2021-4-63-69 (in Russian).
- 10 Shabolkina E.N., Shevchenko S.N. Results of studying the rheological and baking characteristics of dough obtained from mixtures of wheat flour and products of processing of naked oat grain. *Grain legumes and cereal crops*. 2020. no. 4 (36). pp. 148-155. doi: 10.24411/2309-348X 2020-11218 (in Russian).
- 11 Feofilaktova O.V., Ponomarev A.S. Study of technological properties of non-traditional types of flour in the production of products of public catering enterprises. *Food industry*. 2019. vol. 4. no. 2. pp. 28-34. doi: 10.29141/2500-1922-2019-4-2-4 (in Russian).
- 12 Krochmal-Marczak B., Tobiasz-Salach R., Kaszuba J. The effect of adding oat flour on the nutritional and sensory quality of wheat bread. *British Food Journal*. 2020. vol. 122. no. 7. pp. 2329-2339. doi: 10.1108/BFJ-07-2019-0493
- 13 Abou-Raya M.A., Rabiaie M.M., El-Shazly A.S., El-Fadaly E.S. et al. Effect of adding barley and oat flour on the rheological properties of bread dough. *Journal of Food and Dairy Sciences*. 2014. vol. 5. no. 8. pp. 641-652.
- 14 Marcin K., Jarosław W., Monika P., Agnieszka W. Application of the response surface methodology in optimizing oat fiber particle size and flour replacement in wheat bread rolls. *CyTA-Journal of Food*. 2016. vol. 14. no. 1. pp. 18-26.
- 15 Zaki H., Hussien A. Chemical, rheological and sensory properties of wheat-oat flour composite cakes and biscuits. *Journal of Productivity and Development*. 2018. vol. 23. no. 2. pp. 287-306.
- 16 Morsy M.K. Physicochemical and Sensory Properties of Functional Biscuits Fortified With Oat Flour. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*. 2022. vol. 60. no. 1. pp. 63-72.
- 17 Farkas A., Szabó E., Horváth A., Jaksics E. et al. Development and application of a laboratory baking test for the characterisation of wholemeal oat flours. *Journal of Cereal Science*. 2023. vol. 114. pp. 103761.
- 18 Tamba-Berehoiu R.M., Cristea S., Negoită M.I.O.A.R.A., Popa C.N. et al. Bread making potential assessment of wheat-oat composite flours. *Romanian Biotechnological Letters*. 2019. vol. 24. no. 3. pp. 522-530.
- 19 Majzoobi M., Raiss Jalali A., Farahnaky A. Impact of whole oat flour on dough properties and quality of fresh and stored part-baked bread. *Journal of Food Quality*. 2016. vol. 39. no. 6. pp. 620-626. doi: 10.1111/jfq.12237
- 20 Abou-Raya M.A., Rabiaie M.M., El-Shazly A.S., El-Fadaly E.S. Effect of adding barley and oat flour on the rheological properties of bread dough. *Journal of Food and Dairy Sciences*. 2014. vol. 5. no. 8. pp. 641-652

Сведения об авторах

Анна Е. Ковалева к.х.н., доцент, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, a.e.kovaleva@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7807-1755>

Эльвира А. Пьяникова к.т.н., доцент, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, alia1969@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-4424-7323>

Анастасия С. Рязанцева магистр, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, an.ryazantseva2016@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Евгений Ю. Калугин магистр, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, zkaluga2412@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Егор Т. Грешилов магистр, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, egorgreshilov99@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Елена В. Овчинникова к.э.н., доцент, кафедра товароведно-технологических дисциплин, Курский институт кооперации, ул. Радищева, 116, г. Курск, 305004, Россия, e.ov4innikova2011@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6755-2764>

Вклад авторов

Анна Е. Ковалева написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Эльвира А. Пьяникова, Елена В. Овчинникова консультация в ходе исследования

Анастасия С. Рязанцева предложила методику проведения эксперимента и организовала производственные испытания

Евгений Ю. Калугин, Егор Т. Грешилов обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провели эксперимент, выполнили расчёты

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Anna E. Kovaleva Cand. Sci. (Chem.), associate professor, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040 Russia, a.e.kovaleva@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7807-1755>

Elvira A. Pyanikova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040 Russia, alia1969@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-4424-7323>

Anastasia S. Ryazantseva master student, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040 Russia, an.ryazantseva2016@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Evgeny Yu. Kalugin master student, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040 Russia, zkaluga2412@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Egor T. Greshilov master student, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040 Russia, egorgreshilov99@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Elena V. Ovchinnikova Cand. Sci. (Econ.), associate professor, commodity science and technology disciplines department, Kursk Institute of Cooperation, Radishcheva, 116, Kursk, 305004, Russia, e.ov4innikova2011@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6755-2764>

Contribution

Anna E. Kovaleva wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Elvira A. Pyanikova, Elena V. Ovchinnikova consultation during the study

Anastasia S. Ryazantseva review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Evgeny Yu. Kalugin, Egor T. Greshilov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 29/01/2024	После редакции 14/02/2024	Принята в печать 01/03/2024
Received 29/01/2024	Accepted in revised 14/02/2024	Accepted 01/03/2024