

УДК 663.18:664.68

Микробиологические показатели качества замороженного сдобного теста, обогащенного спельтовой мукой, при хранении

Канд. биол. наук О. В. КАЗИМИРЧЕНКО¹,канд. техн. наук И. А. БЕССМЕРТНАЯ², Н. В. ВАСИЛЬЧЕНКО³¹oksana.kazimirchenko@klgtu.ru, ²irina.bess@mail.ru, ³nadezhdavasilchenko94@mail.ru

Калининградский государственный технический университет

Спельтовая мука отличается значительным содержанием белка, пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов, поэтому ее использование позволяет обогатить мучные кондитерские изделия. Проведен микробиологический анализ свежеприготовленного теста, обогащенного спельтовой мукой, и приготовленного из него печенья по степени бактериальной обсемененности (КМАФАнМ), обсемененности микробами-порчи (плесени и дрожжи), присутствию санитарно-показательных бактерий (БГКП), условно-патогенных (*Staphylococcus aureus*) и патогенных бактерий рода *Salmonella*. Результаты исследований показали превышение показателя КМАФАнМ и плесневых грибов в свежеприготовленном тесте. Образцы печенья соответствовали показателям микробиологической безопасности. Исследованы микробиологические показатели замороженного сдобного теста и печенья в процессе хранения. Образцы обогащенного теста хранили в морозильной камере при температуре (-18 ± 2) °C в течение 120 сут. Количество МАФАнМ на 15 сут значительно снизилось по сравнению со свежеприготовленным тестом; к концу срока хранения показатель КМАФАнМ не превышал $4,0 \times 10^3$ КОЕ/г. Количество микробов-порчи (плесени) к 15-м суткам хранения теста незначительно увеличилось по сравнению с фоновым значением, однако к 120-м суткам хранения отмечено снижение количества спор плесневых грибов до минимума. В составе микофлоры теста выявлены наиболее часто встречаемые группы плесневых грибов, среди которых преобладали виды *Aspergillus niger* и *Aspergillus glaucus*. Обработка обогащенного теста при температуре 180 °C на протяжении 15 мин (при температуре 170 °C — 17,5 мин) способствовала снижению количества мезофильных бактерий и плесеней в готовом печенье.

Ключевые слова: спельтовая мука, микробиологические показатели, обогащенное песочное тесто, плесени, КМАФАнМ, печенье.

Информация о статье:

Поступила в редакцию 12.12.2018, принята к печати 12.02.2019

DOI: 10.17586/1606-4313-2019-18-1-69-76

Язык статьи — русский

Ссылка для цитирования:

Казимирченко О. В., Бессмертная И. А., Васильченко Н. В. Микробиологические показатели качества замороженного сдобного теста, обогащенного спельтовой мукой, при хранении // Вестник Международной академии холода. 2019. № 1. С. 69–76.

Microbiological quality indicators of the frozen pastry enriched with spelt flour during storage

Ph. D. O. V. KAZIMIRCHENKO¹,Ph. D. I. A. BESSMERTNAYA², N. V. VASILCHENKO³¹oksana.kazimirchenko@klgtu.ru, ²irina.bess@mail.ru, ³nadezhdavasilchenko94@mail.ru

Kaliningrad State Technical University

Spelt flour has a high content of protein, dietary fiber, minerals, and vitamins, so it allows to enrich flour confectionery. The microbiological analysis of the freshly prepared dough enriched with spelt flour and cookies has been conducted. Common bacterial and mold contamination, and the content of sanitary indicator bacteria, potentially pathogenic bacteria (*Staphylococcus aureus*), and bacteria of *Salmonella* type have been analyzed. The results of analysis showed the excess of common bacteria and mold in freshly prepared dough. Samples of prepared cookies thus met the requirements of microbiological safety. Microbiological parameters of the frozen dough and cookies during storage have been investigated. Samples of enriched dough were stored in a freezer at the temperature of -18 ± 2 °C for 120 days. Compared to fresh-made dough the common bacterial contamination decreased greatly on the 15th day of storage. At the end of storage the parameter did not exceed $4,0 \times 10^3$ CFU/g. The number of spoilage-microbes (mold) to the 15th day of storage slightly increased compared to the primary parameter, but to the 120th day of storage decreasing the number of mold spores was

revealed. The most common mold species in dough microflora are shown to be Aspergillus niger and Aspergillus glaucus genus. Temperature of 180 °C for 15 minutes (170 °C — 17.5 minutes) contributed the decreasing the number of mesophilic bacteria and molds in the prepared cookies.

Keywords: spelt flour, microbiological indicators, enriched shortbread dough, mold, common bacterial contamination, cookies.

Article info:

Received 12/12/2018, accepted 12/02/2019

DOI: 10.17586/1606-4313-2019-18-1-69-76

Article in Russian

For citation:

Kazimirchenko O. V., Bessmertnaya I. A., Vasilchenko N. V. Microbiological quality indicators of the frozen pastry enriched with spelt flour during storage. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2019. No 1. p. 69–76.

Введение

В настоящее время технология отложенной выпечки имеет широкое распространение среди кафе, ресторанов, сегмента «стрит-фуда», предприятий общественного питания, торговых сетей и индивидуальных потребителей [1].

Использование замороженного теста имеет ряд преимуществ. Длительный срок хранения позволяет своевременно обеспечить потребителей свежеспеченными кондитерскими изделиями, так как выпечка производится согласно спросу на то или иное изделие. Одним из существующих способов замораживания хлебобулочных и кондитерских полуфабрикатов является заморозка теста или тестовых заготовок при температуре -18 ± 2 °C [2]. Благодаря длительным срокам хранения полуфабриката (теста) существует возможность экономии при закупках сезонных ингредиентов по более низким ценам и высокого качества (например, фруктов и овощей, добавляемых в изделия) [1]. В торговой сети представлен широкий ассортимент замороженных тестовых полуфабрикатов: дрожжевое тесто, слоеное бездрожжевое, слоеное дрожжевое, песочное тесто.

В настоящее время в области производства мучных кондитерских изделий большое внимание уделяется обогащению изделий витаминами, минеральными веществами, белком. Применяется также частичная замена пшеничной муки на нетрадиционную, в частности — на спельтовую (полбяную), которая ценится за высокое содержание белков (до 21%), липидов (около 3%) и пищевых волокон (больше растворимых волокон по сравнению с пшеницей), минеральных веществ (на 30–60% больше железа, меди, фосфора, магния, калия, цинка, селена), витаминов группы В, Е и ниацина [3, 4]. Спельтовая мука содержит малоэластичную («слабую») клейковину, поэтому мука из спельты может быть использована как добавка к пшеничной муке, а также для производства мучных кондитерских изделий, в частности для приготовления песочного (сдобного) теста [5, 6].

В технологии замораживания полуфабрикатов из теста для производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий основное внимание уделяется технологическим параметрам процессов приготовления полуфабрикатов, замораживания и размораживания, обеспечивающих сохранение клеток бродильной микрофлоры в активном состоянии и хорошее качество продукции, технологии подготовки тестовых полуфабрикатов [7, 8]. При этом особое внимание должно уделяться требованиям безопасности замороженного теста, включающим

контроль за содержанием токсичных элементов, микотоксинов, пестицидов, радионуклеидов, групп патогенных, условно-патогенных и санитарно-показательных микроорганизмов, плесневых грибов [2].

Микробиологические показатели замороженного сдобного теста определяются микрофлорой исходного сырья, добавляемых ингредиентов, обсемененностью производственной среды, упаковки, санитарно-гигиенического состояния производства и соблюдения личной гигиены персонала предприятия.

Сырье, используемое в производстве мучных кондитерских изделий, всегда бывает обсеменено микроорганизмами. Микрофлора муки определяется в основном микрофлорой зерна. Качественная мука не должна содержать кокковых форм бактерий, наличие которых свидетельствует о повышенном содержании влаги, при которой происходит активное размножение микроорганизмов. Для оценки качества муки большое значение имеет содержание в ней спорообразующих бактерий. Встречаются в муке молочнокислые и уксуснокислые бактерии, а также несовершенные дрожжи и споры мицелиальных грибов. Сахар, как основной вид сырья, использующийся в кондитерском производстве, содержит сравнительно небольшое количество микроорганизмов. Микрофлора сливочного масла включает микроорганизмы сырья. Появление в сливочном масле дрожжей рода *Candida* вызывает прогорклый вкус и неприятный запах; молочнокислых бактерий — кислый вкус; мицелиальных грибов — плесневение продукта. Яйца в процессе хранения постепенно заражаются различными микроорганизмами. Так, мицелиальные грибы (пенициллы, аспергиллы, мукор), проникая через поры скорлупы, вызывают порчу содержимого яйца и придают ему характерную окраску; гнилостные бактерии — вызывают гидролиз белка, затем проникают в желток. Цитрусовые плоды, которые добавляются в тесто в виде цедры, могут быть источником попадания в полуфабрикат плесневых грибов различных видов [9].

Цели и задачи исследования

Целью проводимого исследования является определение микробиологических показателей сдобного теста, обогащенного спельтовой мукой, и приготовленного из него печенья; характеристика их изменений в процессе хранения при постоянных условиях.

Задачи, поставленные в данной работе, включают в себя:

- определение микробиологических критериев безопасности замороженного теста и печенья;
- установление микробиологической стабильности замороженного теста и печенья в процессе хранения;
- изучение состава плесневых грибов, как наиболее часто встречаемой группы микробов-порчи теста, и выявление доминирующих видов.

Материалы и методы

Микробиологический анализ свежеприготовленного обогащенного теста и приготовленного из него печенья включал определение степени бактериальной обсемененности (показатель КМАФАнМ), обсемененности микробами-порчи (плесневыми и дрожжевыми грибами), выявление санитарно-показательной микрофлоры (бактерий группы кишечных палочек, БГКП), условно-патогенных бактерий *Staphylococcus aureus* и патогенных бактерий рода *Salmonella*.

Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) определяли по ГОСТ 10444.15–94 [10], БГКП — по ГОСТ 31747–2012 [11], патогенных микроорганизмов, в том числе *Salmonella* — по ГОСТ 31659–2012 [12], бактерий *Staphylococcus aureus* — по ГОСТ 31746–2012 [13], плесени и дрожжи — по ГОСТ 10444.12–2013 [14].

Идентификацию плесневых грибов проводили по культуральным и морфологическим признакам. Наблюдения за ростом колоний плесневых грибов вели в течение 5–14 суток. Для характеристики культуральных признаков плесени учитывали окраску и характер мицелия. Морфологические признаки изучали при прямой микроскопии живой культуры плесневого гриба: определяли характер гиф, спороношение [15]. Идентификацию плесневых грибов проводили по определителям [16, 17].

Результаты исследования

Данные результатов микробиологических анализов свежеприготовленного обогащенного песочного теста представлены в табл. 1.

Санитарно-показательные БГКП, условно-патогенные бактерии *S. aureus*, патогенные бактерии рода *Salmonella* в свежеприготовленном песочном тесте не обнаружили. Образцы свежеприготовленного теста не соответствовали по показателям КМАФАнМ, установлено превышение КМАФАнМ в 13,3 раза от нормативного

значения. Также в образцах теста установлено превышение по содержанию спор плесневых грибов.

Нами была разработана рецептура печенья, обогащенного спельтовой мукой. Кроме частичной замены пшеничной муки высшего сорта на спельтовую (соотношение пшеничной муки высшего сорта и спельтовой муки составило 50:50), данная рецептура содержит обогащающие компоненты, такие как миндаль, какао, морковь и цедра апельсина. Особое внимание уделялось контролю температурного режима замеса теста, который не должен превышать температуры 20 °С. После раскатки тесто подвергалось охлаждению до температуры 3 °С в холодильной камере на протяжении 30 мин. Охлажденное тесто формовали при помощи металлических форм. Выпекали печенье в духовом шкафу при температуре 180 °С в течение 15 мин или при температуре 170 °С — 17,5 мин.

Сдобное тесто, обогащенное спельтовой мукой, подвергали замораживанию при температуре –18 ± 2°С. Определяли стойкость теста при хранении по органолептическим и микробиологическим критериям. Результаты микробиологических исследований свежеприготовленного печенья представлены в табл. 2.

Результаты, представленные в табл. 2, свидетельствуют о соответствии показателю микробиологической безопасности образцов свежеприготовленного печенья.

Анализ полученных данных показал, что термическая обработка обогащенного теста при выпечке печенья способствовала снижению количества мезофильных бактерий на 23,1%, плесени — на 75,6%. Однако достаточно высокий показатель КМАФАнМ свежеприготовленного теста может свидетельствовать о высокой обсемененности исходного сырья. Добавляемые в тесто ингредиенты не подвергались тепловой обработке, за исключением миндаля. Термическая обработка миндаля проводилась в духовом шкафу в течение 7 мин при температуре 160 °С.

Повышенная обсемененность обогащенного теста плесневыми грибами, вероятно, обусловлена сохранением спор плесневых грибов в продукте переработки зерна — муке. Проведенный микробиологический анализ на наличие спор плесневых грибов в пробах спельтовой и пшеничной муки высшего сорта, используемых нами при замесе теста, показал, что обсемененность плесневыми грибами пшеничной муки выше, чем спельтовой (500 и 60 КОЕ/г, соответственно) [19].

Таблица 1

Результаты микробиологических анализов свежеприготовленного обогащенного теста

Table 1

Microbiological analyses of fresh-made and enriched dough

Анализируемый показатель	Нормативное значение (ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции») [18]	Результаты испытаний
Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	1,0×10 ³	13,3×10 ³
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы), не допускаются в массе продукта, (г)	1,0	Не обнаружено
<i>S. aureus</i> , не допускаются в массе продукта, (г)	1,0	Не обнаружено
Патогенные микроорганизмы, в т. ч. <i>Salmonella</i> , не допускается в массе продукта, (г)	25	Не обнаружено
Плесени, КОЕ/г, не более	50	407
Дрожжи, КОЕ/г, не более	—	Не обнаружено

Таблица 2

Результаты микробиологических исследований свежеприготовленного печенья

Table 2

Microbiological analyses of prepared cookies

Анализируемый показатель	Нормативное значение (ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции») [18]	Результаты испытаний
Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^4$
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы), не допускаются в массе продукта, г	0,1	Не обнаружено
Патогенные микроорганизмы, в т. ч. Salmonella, не допускаются в массе продукта, г	25	Не обнаружено
Плесени, КОЕ/г, не более	100	100
Дрожжи, КОЕ/г, не более	50	Не обнаружено

Для установления сроков годности свежеприготовленного обогащенного теста образцы теста были заложены в морозильную камеру на хранение при температуре $-18\text{ }^\circ\text{C}$ в полимерные пакеты с Zip-lock замками. Далее все образцы были помещены в целлофановые пакеты. Срок хранения замороженного теста составил 120 сут. Сроки хранения замороженного теста и температуры заморозки были определены согласно ГОСТ 31806–2012 [2].

Изменение показателей КМАФАнМ замороженного обогащенного теста при хранении представлено в табл. 3.

В процессе хранения выявляли снижение уровня бактериальной обсемененности теста. Минимальное значение КМАФАнМ регистрировали на 15-е сут хранения теста. К концу срока хранения уровень КМАФАнМ не превышал $2,0 \times 10^3$ КОЕ/г. Контрольной точкой микробной стабильности образцов теста были 120 сут хранения. При этом отмечали незначительное увеличение показателя КМАФАнМ.

В процессе хранения теста обращали внимание на уровень обсемененности спорами плесневых грибов (табл. 4).

Данные табл. 4 показывают, что обсемененность теста спорами плесневых грибов на 15, 30, 45-е сут хранения несколько увеличилась по сравнению с фоновым показателем (свежеприготовленное тесто). К 90-м сут хранения количество спор плесневых грибов уменьшалось, но оставалось на уровне фонового значения. На 120-е сут происходило резкое понижение обсемененности спорами плесневых грибов до 80 КОЕ/г.

Известно, что плесневение — это один из часто выявляемых пороков различных видов пищевых продуктов,

в том числе мучных кондитерских изделий. Качественный состав плесневых грибов мучных кондитерских изделий определяется их присутствием в компонентах, входящих в рецептуру продукта. Так, микробиологическая порча муки за счет плесневых грибов происходит при увеличении содержания в ней влаги свыше 15% в результате неправильного хранения. При хранении муки в условиях повышенной относительной влажности воздуха происходит плесневение под действием таких микроскопических грибов как *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium* [20].

В составе микофлоры образцов замороженного теста обнаружены плесневые грибы нескольких таксономических групп. Наиболее часто встречались грибы родов *Aspergillus* и *Penicillium*. В табл. 5 представлен качественный состав микрофлоры обогащенного замороженного теста.

Колонии грибов рода *Aspergillus* имели хорошо развитый ветвящийся мицелий, состоящий из септированных гиф. Конидиеносцы гриба были шаровидной или булавовидно-взднутой формы на вершине с радиально расположенными стеригмами. В пробах теста идентифицировали два вида плесени рода *Aspergillus*: *Asp. niger* — росли в виде колоний от белого (на начальных этапах развития) до черного цвета; *Asp. glaucus* — росли в виде бело-желтых или бурого цвета колоний. Обнаружение в образцах обогащенного теста плесневых грибов рода *Aspergillus* закономерно, так как эти грибы наиболее часто встречаются на зерне, продуктах его переработки и овощах [21, 22].

Из плесневых грибов рода *Penicillium*, обнаруженных в пробах теста, выделили только один вид — *P. glaucum*.

Таблица 3

Изменение показателей КМАФАнМ замороженного обогащенного теста при хранении

Table 3

The changes in common bacterial and mold contamination of frozen enriched dough during storage

Хранение, сут	Уровень обсемененности, КОЕ/г
15	$1,5 \times 10^2$
30	$2,3 \times 10^3$
45	$2,1 \times 10^3$
90	$2,0 \times 10^3$
120	$4,0 \times 10^3$

Таблица 4

Изменение обсемененности замороженного обогащенного теста спорами плесневых грибов

Table 4

Changes in the contamination of the frozen dough enriched with mold spores

Хранение, сут	Уровень обсемененности, КОЕ/г
15	545
30	527
45	507
90	490
120	80

Таблица 5
Качественный состав микрофлоры обогащенного замороженного теста

Table 5
Micoflora of enriched frozen dough

Хранение, сут	Качественный состав микрофлоры теста	Соотношение видов плесневых грибов, %
0 (фон)	<i>Aspergillus niger</i>	71
	<i>Aspergillus glaucus</i>	23
	<i>Penicillium glaucum</i>	6
15	<i>Cladosporium sp.</i>	8
	<i>Aspergillus niger</i>	86
	<i>Aspergillus glaucus</i>	5
	<i>Mucor racemosus</i>	1
30	<i>Penicillium glaucum</i>	11
	<i>Aspergillus niger</i>	64
	<i>Aspergillus glaucus</i>	24
	<i>Mucor spinosus</i>	1
45	<i>Penicillium glaucum</i>	3
	<i>Aspergillus glaucus</i>	61
	<i>Aspergillus niger</i>	36
90	<i>Aspergillus glaucus</i>	96
	<i>Penicillium glaucum</i>	2
	<i>Fusarium sp.</i>	2
120	<i>Aspergillus glaucus</i>	0,3
	<i>Penicillium glaucum</i>	1,7
	Дрожжи	98

Грибы имели хорошо развитый мицелий с септированными гифами. Конидии были в виде цепочек, бесцветные, круглые. Конидиеносцы разветвлены в виде кисти. Колонии *P. glaucum* характеризовались белым, серо-зеленым или серо-бурым цветом в зависимости от стадии развития. Микроскопические грибы рода *Penicillium* встречаются на поверхности механически поврежденных и долго хранившихся овощей и фруктов, на варенье, молочных продуктах, компотах и других пищевых продуктах при их неправильном хранении [23].

Мицелий грибов рода *Mucor* характеризовался тонкими, обильно разветвленными спорангиеносцами, мелкими спорангиями. Споры были круглые, бесцветные. В образцах обогащенного теста идентифицировали два вида плесени рода *Mucor*: *M. spinosus* определяли по характерным колониям мышинного цвета, по спорам неправильной формы; *M. racemosus* — по колониям желтовато-бурой окраски, тонким разветвленным спорангиеносцам с мелкими спорангиями. Мукоровые грибы наиболее часто встречаются на поверхности зерна, солода, корнеплодов, в частности на моркови, поэтому их обнаружение в исследуемых пробах теста объяснимо [22].

Плесневые грибы рода *Fusarium* имели септированный мицелий розового цвета. Конидии гриба были вытянутой серповидной формы. Представители рода *Fusarium* являются возбудителями заболевания фузариоза плодов, овощей, злаков [22].

На мицелии грибов рода *Cladosporium* обнаруживали плоские конидии оливково-зеленого цвета. Конидиеносцы имели вид разветвленных цепочек, распадающихся на неравномерные одноклеточные конидии. Колонии гриба с обратной стороны, прилегающей к субстрату,

Таблица 6
Результаты санитарно-микробиологических исследований печенья в процессе хранения

Table 6
Microbiological analyses of cookies during storage

Анализируемый показатель	Хранение, сут	Результаты испытаний
КМАФАнМ, КОЕ/г	10	Менее 15
	20	Менее 15
	30	Менее 15
	40	890
Плесени, КОЕ/г	10	Не обнаружено
	20	Не обнаружено
	30	Не обнаружено
	40	Не обнаружено
Дрожжи, КОЕ/г	0	Не обнаружено
	10	Не обнаружено
	20	Не обнаружено
	30	Не обнаружено
	40	Не обнаружено

были окрашены в черный цвет. Плесневые грибы рода *Cladosporium* часто обнаруживаются на пищевых продуктах, в частности на поверхности сливочного масла при холодильном хранении [22].

Согласно результатам, приведенным в табл. 5, наиболее часто встречающимися видами плесневых грибов в образцах замороженного обогащенного теста были представители рода *Aspergillus* — *A. niger* (58%) и *A. glaucus* (34%).

В свежеприготовленном тесте помимо доминирующих аспергилловых плесеней в небольших количествах обнаружены *Penicillium glaucum*. На 15-е сут хранения абсолютным доминантами в образцах замороженного теста были *Aspergillus niger*. Обнаружены также плесени *Cladosporium sp.* и единичные колонии *Mucor spinosus*. К 30-м суткам хранения состав микрофлоры теста практически соответствовал составу микрофлоры свежеприготовленного теста, но также были выявлены единичные колонии *Mucor spinosus*. На 45-е и 90-е сутки хранения в образцах вновь доминировали *Aspergillus glaucus* (61% и 96% соответственно). К 90-м сут хранения в тесте идентифицировали также плесени *Fusarium sp.* На 120-е сутки хранения в составе микрофлоры замороженного теста стали доминировать дрожжевые грибы, что может указывать на начальные этапы закисания теста. В незначительных количествах в пробе присутствовали *P. glaucum* и *A. glaucus*.

Нами был проведен микробиологический анализ печенья, изготовленного из свежеприготовленного обогащенного теста при хранении (табл. 6). Хранение обогащенного печенья осуществлялось в полимерных пакетах с Zip-lock замками и в коробках при температуре 18–19 °С и относительной влажности воздуха не выше

75%. Для проб печенья был установлен срок годности 30 сут, согласно ГОСТ 24901–2014 [24].

Результаты исследований показали, что на протяжении всего срока хранения сдобного печенья показатель КМАФАнМ не превысил нормативных значений, согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [18]. Микробы-порчи (плесени и дрожжи) в образцах печенья за время хранения не были обнаружены.

Выводы

Микробиологический анализ образцов свежеприготовленного теста, обогащенного спельтовой мукой, выявил несоответствие показателей КМАФАнМ и микробов-порчи (плесеней) по нормативным значениям. Возможными причинами высокой бактериальной обсемененности теста были добавляемые в тесто компоненты — морковь, цедра апельсина, какао (за исключением миндаля, так как он подвергался термической обработке перед добавлением в тесто).

Проведенные исследования образцов полуфабриката из обогащенного теста и компонентов, входящих в рецептуру теста (спельтовая и пшеничная мука высшего сорта), показали высокую обсемененность спорами плесневых грибов. Сравнительный анализ спельтовой и пшеничной муки высшего сорта показал, что в спельтовой муке количество колоний плесневых грибов меньше, чем в пшеничной муке высшего сорта [19].

В составе микофлоры теста выявлены наиболее часто встречаемые группы микробов-порчи: плесени родов *Aspergillus*. Также отмечено, что в процессе хранения доминирующими видами плесневых грибов были *Aspergillus niger* и *Aspergillus glaucus*.

Установлена микробиологическая стабильность замороженного обогащенного теста при хранении при

температуре -18 ± 2 °С. Так, наблюдалось снижение количества МАФАнМ на 15 сут по сравнению со свежеприготовленным тестом; а с 30-х по 120-е сут хранения показатели КМАФАнМ оставались приблизительно на одном уровне. Количество микробов-порчи (плесени) к 15-м сут хранения теста незначительно увеличилось по сравнению с фоновым значением, однако в дальнейших исследованиях замечалось снижение количества спор плесневых грибов до минимума к 120-м сут хранения.

Несмотря на присутствие в образцах теста спор плесневых грибов не выявлено видимых признаков плесневения — наличия окрашенного мицелия на поверхности и плесневого запаха. Таким образом, замораживание теста не вызывает гибели микроорганизмов, а только задерживает их рост и развитие, при этом часть микрофлоры переходит в анабиотическое состояние, большая часть — в стадию спор.

На основании проведенных микробиологических исследований был установлен срок годности замороженного обогащенного теста — не более 120 сут, при температуре хранения -18 ± 2 °С.

Исследуемые образцы свежеприготовленного печенья и в процессе хранения (при температуре 18–19 °С и относительной влажности воздуха не выше 75%), соответствовали показателям микробиологической безопасности. Для образцов печенья был установлен срок годности 30 сут, при хранении печенья показатели КМАФАнМ, количество плесеней и дрожжей не превышали нормируемых значений. Таким образом, термическая обработка при приготовлении печенья (температура 180 °С — 15 мин; температура 170 °С — 17,5 мин) способствует снижению остаточной бактериальной микрофлоры, обсеменяющей тесто.

Литература

1. Челомбитко М. А., Кандымов А. В., Акулова Т. Н. Шоковая заморозка — современное направление в производстве хлебобулочных и кондитерских изделий // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: сборник статей II МНПК. Минск, 26–27 марта 2015 г. — Минск: БГАТУ, 2015. С. 35–38.
2. ГОСТ 31806–2012. Полуфабрикаты хлебобулочные замороженные и охлажденные. Общие технические условия.
3. Жаркова И. М. Научно-практическое обоснование и разработка технологий специализированных мучных изделий. Дис. ... д. т. н. Краснодар: КубГТУ, 2017. 453 с.
4. Veronika Čurná, Magdaléna Lacko-Bartošová. Chemical Composition and Nutritional Value of Emmer Wheat (*Triticum dicoccon* Schrank): a Review // *Journal of Central European Agriculture*, 2017. 18 (1), P. 117–134.
5. Крюкова Е. В., Лейберова Н. В., Лихачева Е. И. Исследование химического состава полбяной муки // *Вестник Южно-Уральского государственного университета*. 2014. Т. 2. № 2 С. 75–81.
6. Баженова И. А. Исследование технологических свойств зерна полбы (*Triticum dicoccon* Schrank) и разработка кулинарной продукции с его использованием: автореф. дис. ... канд. техн. наук. СПб.: Санкт-Петербургский торгово-эконом. институт, 2004. С. 16.

References

1. Chelombitko M. A., Kandymov, A. V., Akulova T. N. Shock freezing-a modern direction in the production of bakery and confectionery products. *Processing and quality management of agricultural products*. Collection of articles of II international scientific-practical conference. Minsk: BGAYU, 2015. P. 35–38. (in Russian)
2. State Standard RF 31806–2012. Frozen and cooled prepared baking mixes. General specifications. (in Russian)
3. Zharkova I. M. Scientific and practical justification and development of technologies of specialized flour products. Thesis DSc. Krasnodar: Kuban State University, 2017. P. 453. (in Russian)
4. Veronika Čurná, Magdaléna Lacko-Bartošová. Chemical Composition and Nutritional Value of Emmer Wheat (*Triticum dicoccon* Schrank): a Review. *Journal of Central European Agriculture*. 2017. 18 (1), P. 117–134.
5. Kryukova E. V., Liberova N. V., Likhacheva E. I. Study of the chemical composition of spelt flour. *Bulletin of the South Ural state University*. 2014. Vol. 2. No 2. P. 75–81. (in Russian)
6. Bazhenova I. A. Research of technological properties of spelt grain (*Triticum dicoccon* Schrank) and development of culinary products with its use. SPb: Saint-Petersburg Trade and Economic Institute, 2004. P. 16. (in Russian)

7. Данилова И. А. Современные подходы к технологии изготовления и использования замороженных тестовых полуфабрикатов // Молодой ученый. 2014. № 8. С. 160–162.
8. Шейко А. А. Современные подходы к использованию замороженных тестовых полуфабрикатов // Сборник науч. трудов ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2014. Т. 2. № 7. С. 231–234.
9. Вербина Н. М., Кантерева Ю. В. Микробиология пищевых производств. М.: Агропромиздат, 1988. 256 с.
10. ГОСТ 10444.15–94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов.
11. ГОСТ 31747–2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий).
12. ГОСТ 31659–2012. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*.
13. ГОСТ 31746–2012. (ISO 6888–1:1999, ISO 6888–2:1999, ISO 6888–3:2003) Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*.
14. ГОСТ 10444.12–2013. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов.
15. Еремеева С. В. Плесневые грибы. Методы выделения, идентификации, хранения. Астрахань: АГТУ, 2009. 104 с.
16. Саттон Д., Фотергилл А. Определитель патогенных и условно-патогенных грибов. М.: Мир, 2001. 468 с.
17. Кузьмина С. А. Учебный определитель по Джилюмену. Калининград: КТИРПиХ, 1985.
18. Технический регламент Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». М.: Ростест, 2011. 242 с.
19. Бессмертная И. А., Казимирченко О. В., Васильченко Н. В. Разработка рецептуры печенья с использованием спельтовой муки // Дни науки. Материалы МНТК студентов и курсантов на базе КГТУ, 2–15 апреля 2018 г. 2018. С. 25–28.
20. Петручик А. С., Лемешевский В. О. Исследование проблем плесневения мучных кондитерских изделий и пути их решения // Сборник научных трудов ВНИИ овцеводства и козоводства. 2016. Т. 1, № 9, С. 449–452.
21. Хмельницкая И. И. Грибы рода *Aspergillus* Mich: Распространение, синтез индольных алкалоидов: дис... канд. биол. наук. М., 2003. 179 с.
22. Машанов А. И., Величко Н. А., Плынская Ж. А. Микробиология с основами биотехнологии. Красноярск: КрасГАУ, 2015. 167 с.
23. Рыкова Л. И., Черняева М. И. Основы микробиологического контроля консервного производства. М.: Пищевая промышленность, 1967. 404 с.
24. ГОСТ 24901–2014. Печенье. Общие технические условия.
7. Danilov I. A. Modern approaches to the technology of production and use of frozen test semi-finished products. *Young scientist*. 2014. No 8. P. 160–162. (in Russian)
8. Sheiko A. A. Modern approaches to the use of frozen semi-finished products. *Collection of scientific works of the Stavropol scientific research Institute of animal husbandry and fodder production*. 2014. Vol. 2. No 7, P. 231–234. (in Russian)
9. Verbina N. M., Kaptereva U. V. Food production, Microbiology. Moscow: Agropromizdat, 1988. P. 256. (in Russian)
10. State Standard RF 10444.15–94. Food products. Methods for determination of quantity of mesophilic aerobes and facultative anaerobes. (in Russian)
11. State Standard RF 31747–2012. Food products. Methods for detection and quantity determination of coliformes. (in Russian)
12. State Standard RF 31659–2012. Food products. Method for the detection of *Salmonella* spp. (in Russian)
13. State Standard RF 31746–2012 (ISO 6888–1:1999, ISO 6888–2:1999, ISO 6888–3:2003). Food products. Methods for detection and quantity determination of coagulase-positive staphylococci and *Staphylococcus aureus*. (in Russian)
14. State Standard RF 10444.12–2013. Microbiology of food and animal feeding stuffs. Methods for the detection and colony count of yeasts and moulds. (in Russian)
15. Eremeeva S. V. Fungi. Methods of selection, identification, storage: a reference guide for students of higher educational institutions studying in the areas and specialties of ecology, biologist. and a biochemist. profile's. Astrakhan: AGTU, 2009. P. 104. (in Russian)
16. Sutton D., Fotergill A. Determinant of pathogenic and conditionally pathogenic fungi. — Moscow, Mir, 2001. 468 P. (in Russian)
17. Kuzmina S. Training determinant of Gilman. — Kaliningrad: KTIРPiH, 1985. (in Russian)
18. Technical Regulations of the Customs Union TR CU 021/2011 On Food Safety. Moscow: Rostest, 2011. 242 p. (in Russian)
19. Bessmertnaya I. A., Kazimirenko O. V., Vasilchenko N. V. Formulation and development of cookies using spelt flour. *Days of science*. 2018. P. 25–28. (in Russian)
20. Petrushik A. S., Lemeshevsky V. O. The Study of problems of molding of pastry and ways of solution. *Collection of scientific works of all-Russian scientific research Institute of sheep breeding and goat breeding*, 2016. Vol. 1, No. 9, P. 449–452. (in Russian)
21. Khmel'nitskaya I. I. Fungi of the genus *Aspergillus* Mich: Distribution, synthesis of indole alkaloids. Moscow, 2003. P. 179. (in Russian)
22. Mashanov A. I., Velichko N. A., Pliska J. A. The Microbiology of the basics of biotechnology. Krasnoyarsk: KRASGAU, 2015. P. 167. (in Russian)
23. Rykova L. I., Chernyaeva M. I. Fundamentals of microbiological control of canning production—Moscow: Food industry, 1967. P. 404. (in Russian)
24. State Standard RF 24901–2014. Biscuits. General specifications. (in Russian)

Сведения об авторах**Казимирченко Оксана Владимировна**

к. б. н., доцент кафедры ихтиопатологии и гидробиологии
Калининградского государственного технического
университета, 236022, Калининград, Советский пр., 1,
oksana.kazimirchenko@klgtu.ru

Бессмертная Ирина Анатольевна

к. т. н., доцент, профессор кафедры технологии продуктов
питания Калининградского государственного технического
университета, 236022, Калининград, Советский пр., 1,
irina.bess@mail.ru

Васильченко Надежда Викторовна

магистрант кафедры технологии продуктов питания
Калининградского государственного технического
университета, 236022, Калининград, Советский пр., 1,
nadezhdavasilchenko94@mail.ru

Information about authors**Kazimirchenko Oksana Vladimirovna**

Ph. D., Associate Professor of Department of Ichthyopathology
and Hydrobiology of Kaliningrad State Technical University,
Russia, 236022, Kaliningrad, Sovetsky ave. 1,
oksana.kazimirchenko@klgtu.ru

Bessmertnaya Irina Anatolyevna

Ph. D., Associate Professor, Professor of Department
of Food Technology of Kaliningrad State Technical University,
Russia, 236022, Kaliningrad, Sovetsky ave. 1,
irina.bess@mail.ru

Vasilchenko Nadezhda Victorovna

Graduate student of Department of Food Technology
of Kaliningrad State Technical University,
Russia, 236022, Kaliningrad, Sovetsky ave. 1,
nadezhdavasilchenko94@mail.ru

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КОМИТЕТ ПО НАУКЕ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ ХОЛОДА



Приглашают принять участие в работе

IX международной научно-технической конференции

«Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке»

13–15 ноября 2019 г.

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ КОНФЕРЕНЦИИ:

- Низкотемпературная техника и системы
низкопотенциальной энергетики;
- Надежность материалов оборудования
биотехнологий и низкотемпературных
систем;
- Автоматизация процессов и производств;
- Криогенная техника и технологии
сжиженного природного газа (СПГ);
- Техника и процессы пищевых производств;
- Системы кондиционирования и
жизнеобеспечения;
- Теплофизика и теоретическая
тепло- и хладотехника;
- Пищевые и биотехнологии;
- Промышленная экология и техносферная
безопасность;
- Экономика и управление производством;
- Инновации цифровой экономики.

Конференция проводится на базе
мегафакультета биотехнологий и низкотемпературных систем Университета ИТМО
по адресу: 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

Срок подачи заявок до **1 июня 2019 г.**,
материалов для сборника до **15 июня 2019 г.**

Телефон для справок: (812) 607-04-53,
Платунова Яна Яковлевна, Быкова Тамара Николаевна
E-mail: rft21@corp.ifmo.ru

Подробная информация на сайте:

www.rft21.ifmo.ru