

АНАЛИЗ ПОВЕРХНОСТНОЙ МИКРОФЛОРЫ ХЛЕБА РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

Светлана Алексеевна Шеламова, доктор технических наук,
профессор кафедры товароведения и экспертизы товаров

Наталья Митрофановна Дерканосова, доктор технических наук, профессор,
зав. кафедрой товароведения и экспертизы товаров

Ирина Николаевна Пономарёва, кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры товароведения и экспертизы товаров

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Плесневение хлеба является самым распространенным дефектом. Цель настоящей работы состояла в проведении исследований устойчивости к микробиологической порче хлеба из смеси пшеничной и ржаной муки различных производителей. Хлеб хранился в лаборатории при температуре $(24 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха 70–75% при естественном освещении. Наблюдения поверхности хлеба проводили в пределах срока годности и при появлении микробной порчи. Идентификацию микроскопических грибов проводили в рамках родовой специфичности по морфологическим признакам – строению мицелия и органов спороношения. Для этого препараты «раздавленная капля» из обнаруженных колоний на хлебе просматривались в световом микроскопе при увеличении 15×10 или 15×40 . С помощью цифровой приставки были получены фотографии препаратов. Установлено, что в пределах заявленного срока годности все взятые образцы хлеба не имели признаков микробиологической порчи. После 6–7 сут. хранения появились признаки порчи в виде плесневения. Проведена идентификация микромицетов на уровне рода. Установлено, что степень обсемененности и видовой состав микроскопических грибов сильно отличались у проб хлеба различных производителей. Более типичной микрофлорой являются микромицеты рода *Aspergillus*, хотя по данным литературных источников типичным представителем плесневения хлеба считается *Penicillium*. Проведенные исследования показали, что различие в чистоте образцов может быть связано с санитарным состоянием производства, условиями охлаждения и с особенностями технологии: это приготовление заквасок, их состав, дозировка дрожжей, конечная кислотность теста и хлеба; влажность хлеба. Вид упаковки не имеет определяющего значения в развитии плесневения хлеба.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: хлеб, микроскопические грибы, хранение, микрофлора хлеба, дефекты хлеба.

Mold growth is the most common defect in bread. The purpose of this study was to investigate the microbial spoilage resistance of bread made by different manufacturers from a mixture of wheat and rye flour. Bread was stored in the laboratory at $(24 \pm 2)^\circ\text{C}$ and relative humidity of 70-75% under natural light. Observations of bread surface were carried out within the shelf life after the appearance of evidence of microbial spoilage. Identification of microscopic fungi was carried out according to morphological generic specificity: the structure of the mycelium and sporogenous organs. For this purpose the «crushed drop» preparations obtained from colonies found on the bread were examined under a light microscope at the magnification of 15×10 or 15×40 . Photos were obtained with the help of a digital accessory. It was found that within the claimed shelf life all bread samples had no signs of microbial spoilage. After 6-7 days of storage the signs of spoilage could be seen in the form of mold growth. The authors performed the identification of micromycetes at the level of genus. It was established that the degree of contamination and species composition of microscopic fungi varied much between different bread samples from different manufacturers. The most typical microflora is represented by micromycetes of the *Aspergillus* genus, although according to literature sources a typical representative of bread mold is considered to be *Penicillium*. Studies show that the difference in purity of samples could be determined by sanitary conditions in production, cooling conditions and peculiarities of technology, such as preparation of starter cultures, their composition, dosage of yeast, final acidity of dough and bread and water content of bread. Type of packaging has no crucial importance in the development of bread mold.

KEY WORDS: bread, microscopic fungi, storage, microflora of bread, bread defects.

Введение
Плесневение хлеба является самым распространенным дефектом. Для предотвращения порчи хлебобулочных изделий предлагаются различные способы. Это внесение органических кислот или их солей в качестве консервантов в тесто. Так, во ВНИИ пищевых ароматизаторов, кислот и красителей проведены исследования по созданию тех-

нологий новых комплексных пищевых добавок на основе органических кислот – ацетата, лактата, пропионата; глицерина и оксида кальция. Цель этих работ состояла в обеспечении повышения качества и устойчивости хлеба к картофельной болезни и плесневению безглютенового хлеба при длительном хранении.

Разработана нормативная документация на пищевые добавки «Дилактин-Са-форте» и «Лапкарин», которые обеспечивали отсутствие плесневения соответственно до 120 и 168 ч по сравнению с 96 ч в контроле. Отмечается активация жизнедеятельности дрожжей и заквасочных бактерий и подавление типичных видов плесеней родов *Penicillium*, *Neurospora*, *Fusarium*. Эффект действия объясняется синергизмом ацетата, лактата и пропионата, а также понижением a_w в присутствии солей кальция [2, 6].

Сотрудниками Хлебопекарного центра ООО «Саф-Нева» предлагаются закваски на основе стартовых культур Saf Leven LV1 и LV4 и закваска «Аром Левен» ЛИКИД. При этом отмечается, что дозировку пропионовой кислоты можно снизить с 0,3 до 0,15% [5]. Одновременно эти авторы большое внимание уделяют санитарно-гигиеническим условиям при упаковке изделий. И это справедливо, так как плесневение является вторичным обсеменением хлеба. В качестве профилактических мероприятий на стадии упаковки хлеба предлагаются следующие меры: изоляция помещения и установка в нем ультрафиолетовых ламп; вентиляция во избежание застоя теплого и влажного воздуха; кондиционирование; фильтрация воздуха; обработка помещения; хранение упаковки в чистых условиях. Специалисты компании «Саф-Нева» рассматривают возможность упаковки изделий в модифицированной газовой среде, с добавлением спирта; обработку поверхности готовых изделий в печи при 130°C или ИК-излучением.

В Санкт-Петербургском отделении ВНИИХП проведены исследования, результаты которых убедительно подтверждают подавление типичного для хлебобулочных изделий вида микромицета *Penicillium chrysogenum* в процессе хранения хлеба дарницкого при использовании технологии приготовления теста на густой закваске [4]. Одновременно отмечается влияние санитарных условий на стадии упаковки: хлеб, упакованный в пакеты из полимерного материала в нестерильных условиях, заплесневел через 8 сут., а упакованный в стерильных условиях не плесневел в течение 14 сут. наблюдения.

Для предупреждения плесневения ржано-пшеничного хлеба предлагается использование диацетата натрия и порошка из выжимок или плодов рябины обыкновенной [7].

По результатам исследований, проведенных на базе института эколого-технологических проблем (РОО ИЭТП, Москва), предлагаются препараты для дезинфекции поверхностей, воды, воздуха на предприятиях хлебопекарной промышленности, которые обладают пролонгированным действием на широкий спектр микроорганизмов [1].

Сотрудниками ВНИИ молочной промышленности разработан многослойный упаковочный материал, состоящий из слоев полиамида и полиэтилена высокого давления с природной добавкой – бетулинсодержащего экстракта бересты в количестве 0,2–1,0%. Плесневые грибы подавляются этим материалом на 43,4–80,4%, что зависит от концентрации добавки. Необходимым является плотное прилегание упаковки к продукту [3]. Этот материал прошел испытания на некоторых молочных продуктах [8].

Цель настоящей работы состояла в проведении исследований устойчивости к микробиологической порче хлеба из смеси пшеничной и ржаной муки различных производителей.

Методика проведения исследований

Хлеб хранился в лаборатории при температуре $(24 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха 70–75% при естественном освещении. Наблюдения поверхности хлеба проводили в пределах срока годности и при появлении микробной порчи.

Идентификацию микроскопических грибов проводили в рамках родовой специфичности по морфологическим признакам – строению мицелия и органов спороношения. Препара-

ты «раздавленная капля» просматривались в световом микроскопе при увеличении 15×10 или 15×40 . С помощью цифровой приставки были получены фотографии препаратов.

Результаты исследований и их обсуждение

Перечень образцов хлеба представлен в таблице 1.

Таблица 1. Перечень исследуемых образцов хлеба

Наименование образца	Упаковка	Срок годности
Курбатовский	Полиэтиленовая, открытая	48 ч
Дарницкий (г. Губкин)	Полипропиленовая с клипсой	3 сут.
Дарницкий (г. Павловск)	Полипропиленовая термосваренная	72 ч
Лимак (г. Задонск)	Полипропиленовая термосваренная	72 ч
Дарницкий (Хлебозавод № 1)	Полиэтиленовая, открытая	48 ч
Дарницкий (ОАО «Тобус»)	Полипропиленовая термосваренная	3 сут.
Дарницкий (г. Курск)	Полипропиленовая термосваренная	4 сут.
Эко-хлеб (ИП Маслов)	Полиэтиленовая, открытая	48 ч
Липовский (г. Липецк)	Полиэтиленовая термосваренная с крупной перфорацией и клипсой	3 сут.

Исследуемые образцы хлеба отличались упаковкой: – полиэтиленовые пакеты открытые, полипропиленовые запаенные, полиэтиленовые пакеты с крупной перфорацией и клипсой. Срок годности в основном был ограничен 3 сут., исключая хлеб Дарницкий, г. Курск – 4 сут. (табл. 1).

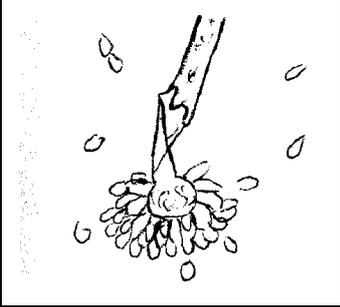
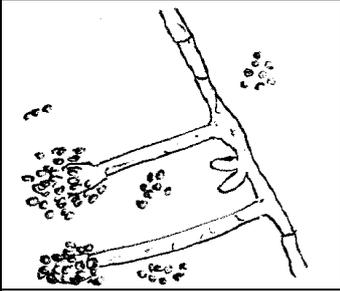
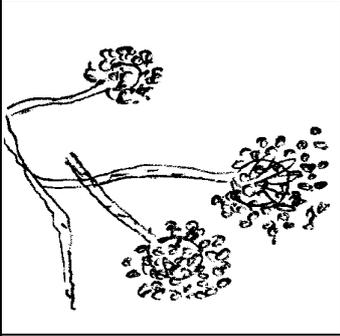
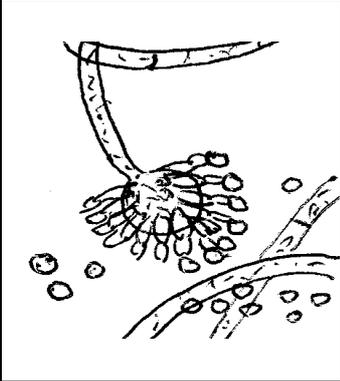
В результате исследований установлено, что в пределах сроков годности ни один образец не был поврежден плесенью. После 6–7 сут. сильное плесневение наблюдалось у хлеба Курбатовского и дарницкого (ООО «Хлебный Дом», г. Губкин) – вся поверхность покрылась различными видами микроскопических грибов. На других образцах хлеба выросли отдельные колонии, количество их было различным. Хлеб дарницкий (г. Павловск), Лимак (г. Задонск), дарницкий (г. Воронеж, хлебозавод № 1) и дарницкий (ОАО «Тобус») показали практически одинаковую обсемененность – от 8 до 14 колоний на поверхности (табл. 2). Значительно меньшей загрязненностью отличались образцы хлеба дарницкий (г. Курск), Эко-хлеб (ИП Маслов) и Липовский (г. Липецк).

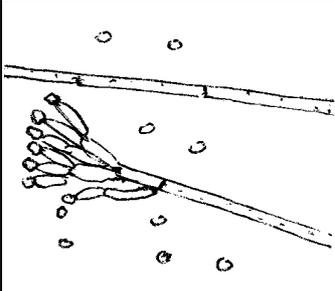
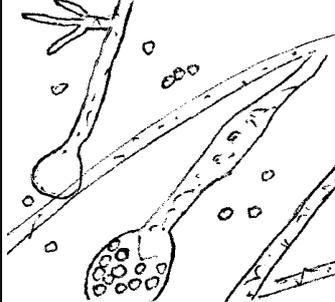
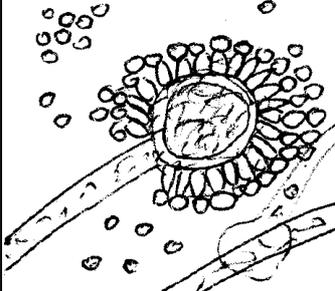
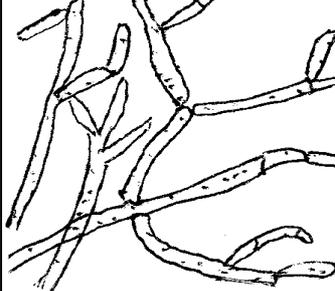
Таблица 2. Микрофлора хлеба различных производителей в процессе хранения

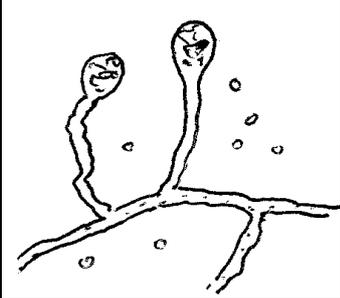
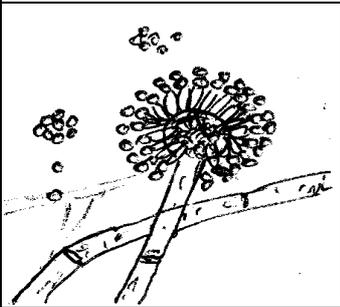
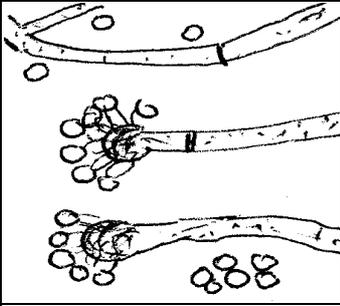
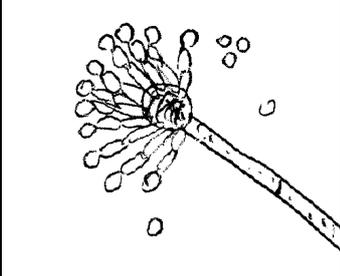
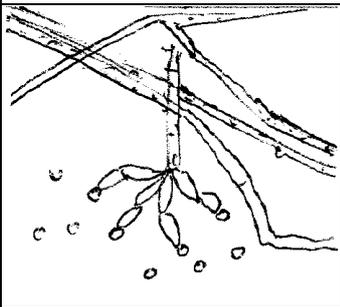
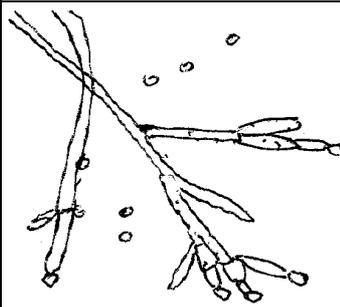
Срок хранения	Курбатовский	Дарницкий (г. Губкин)	Дарницкий (г. Павловск)	Лимак (г. Задонск)	Дарницкий (Хлебозавод №1)	Дарницкий (ОАО «Тобус»)	Дарницкий (г. Курск)	Эко-хлеб (ИП Маслов)	Липовский (г. Липецк)
6 сут.	Заросла вся поверхность	Заросла вся поверхность	12-17	9-11	8-9	1-10	2-3	0-1	0-3
9 сут.	- "	- "	- "	- "	- "	- "	- "	- "	- "
Родовая принадлежность микроскопических грибов	<i>Aspergillus Penicillium</i>	<i>Rhizopus Oidium Aspergillus Fusarium</i>	<i>Aspergillus Penicillium Mucor</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Aspergillus Cladosporium</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>

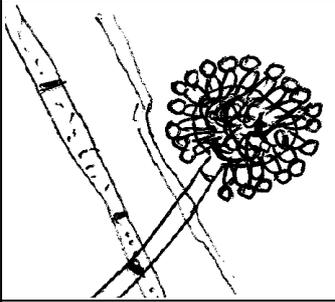
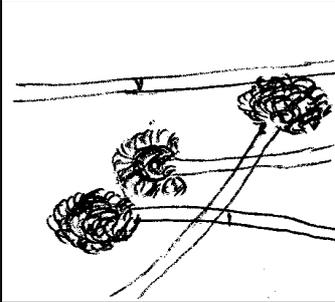
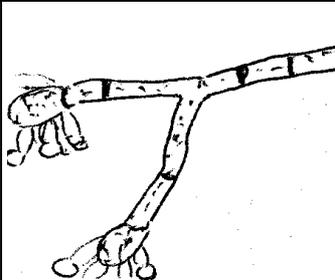
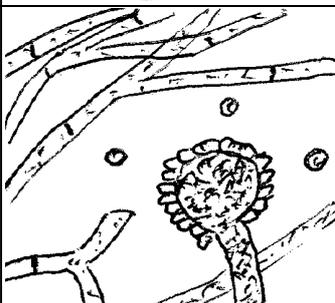
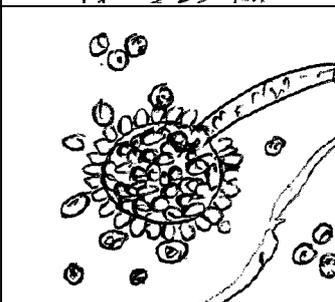
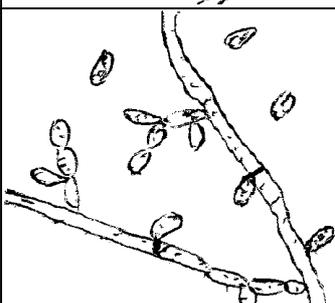
Результаты идентификации микроскопических грибов представлены в таблице 3.

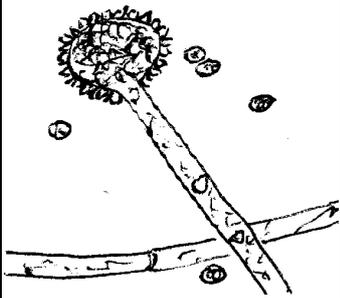
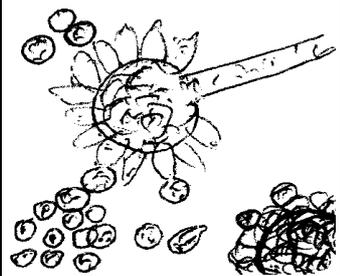
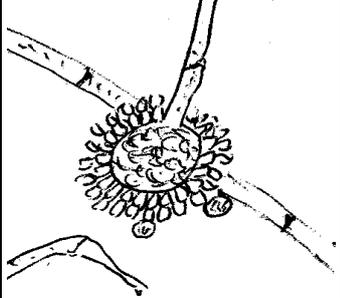
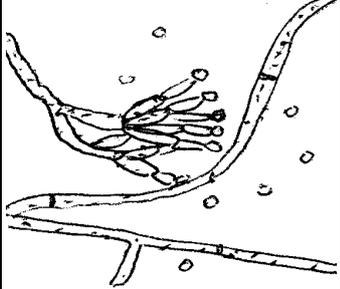
Таблица 3. Идентификация поверхностной микрофлоры образцов хлеба

Наименование образцов хлеба	Описание колоний микроскопических грибов		Количество колоний на поверхности образца	Микроскопическая картина	Принадлежность к роду
	цвет, особенности мицелия	диаметр, мм			
1	2	3	4	5	6
Курбатовский	Зеленый с белым краем	3–15	26		<i>Aspergillus</i>
	Черный с желтым краем	8–10	2		<i>Aspergillus</i>
	Черный	15	1		<i>Aspergillus</i>
	Белый	5–27	91		<i>Aspergillus</i>

	Голубовато-зеленый с белым краем	4–12	8		<i>Penicillium</i>
Дарницкий (г. Губкин)	Белый воздушный с черными спорами	30–40	3		<i>Rhizopus</i>
	Оранжевый	5–10	3		<i>Oidium</i>
	Черный с желтым краем	8–15	26		<i>Aspergillus</i>
	Зеленый с белым краем	5–8	37		<i>Aspergillus</i>
	Белый, ватобразный, плотный	¼ часть боковой поверхности			<i>Fusarium</i>

Дарницкий (г. Павловск)	Розовый	10–12	2		<i>Mucor</i>
	Черный с белым краем	25–30	2		<i>Aspergillus</i>
	Желто-зеленый с белым краем	2–5 40–45	11		<i>Aspergillus</i>
	Желтый с белым краем	16–18	2		<i>Aspergillus</i>
Лимак (г. Задонск)	Зеленые с белым краем	2–20	4		<i>Penicillium</i>
	Голубовато-зеленые с белым краем	1–2	6		<i>Penicillium</i>

Дарницкий (Хлебозавод № 1)	Белый	2-8	4		<i>Aspergillus</i>
	Желтый с белым краем	2-5	5		<i>Aspergillus</i>
Дарницкий (ОАО «Тобус»)	Белый	18	1		<i>Aspergillus</i>
	Желтый с белым краем	2-10	8		<i>Aspergillus</i>
	Зеленый с белым краем	47	1		<i>Aspergillus</i>
	Белая сухая пленка	2x5			<i>Cladosporium</i>

Дарницкий (г. Курск)	Желтый с белым краем	3–5	2		<i>Aspergillus</i>
	Белый	10	1		<i>Aspergillus</i>
Эко-хлеб (ИП Маслов)	Зеленый с белым краем	15	1		<i>Aspergillus</i>
Липовский (г. Липецк)	Зеленый с белым краем	1–2	3		<i>Penicillium</i>

Идентификация микромицетов показала, что в большем количестве на поверхности взятых образцов обнаруживаются грибы рода *Aspergillus*, хотя по данным литературных источников типичным представителем плесневения хлеба считается *Penicillium* [4, 7]. На некоторых образцах хлеба обнаружены анаморфные грибы родов *Fusarium*, *Cladosporium*, *Oidium*. Присутствие этих микромицетов и грибов рода *Rhizopus* свидетельствует о более высокой влажности хлеба.

Степень обсемененности и видовое разнообразие микроскопических грибов прежде всего, по нашему мнению, определяется санитарным состоянием производства – участка упаковки хлеба и экспедиции. Это подтверждается тем, что образцы хранились в одном помещении, и после 9 сут. хранения микробиологическая картина не изменилась. Не оказывала влияния и степень изоляции от окружающей среды – при одинаковой открытой упаковке у образцов Эко-хлеба и Курбатовского обсемененность их отличалась на несколько порядков. Такая же картина отмечена для дарницкого хлеба, г. Губкин и Липовского, г. Липецк – при одинаковой упаковке.

Различие в чистоте образцов может быть связано и с особенностями технологии: это приготовление заквасок, их состав, дозировка дрожжей, конечная кислотность теста и хлеба; влажность хлеба.

Заключение

Таким образом, в результате изучения поверхностной микрофлоры хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки различных производителей в процессе хранения установлено, что в пределах срока годности не выявлено микробиологической порчи.

После 6 сут. хранения на поверхности образцов хлеба наблюдалось развитие различных микроскопических грибов.

Микробиологическая чистота хлеба, по-видимому, связана с санитарным состоянием отделения упаковки и хранения на производстве и особенностями технологии; вид упаковки определяющего значения не имеет.

Идентификация микрофлоры показала, что она представлена микроскопическими грибами различных таксономических групп, в большей степени грибами рода *Aspergillus*.

Список литературы

1. Борьба с плесенью на предприятиях пищевой промышленности / К.М. Ефимов, А.И. Дитюк, А.И. Богданов, А.Г. Снежко, Л.С. Федорова // Пищевая промышленность. – 2014. – № 12. – С. 42–44.
2. Евелева В.В. Комплексные пищевые добавки в хлебопечении / В.В. Евелева, Т.М. Черпалова // Вестник РАСХН. – 2013. – № 5. – С. 73–74.
3. Нагорный М.Ю. Ингибирующие свойства многослойного упаковочного материала, модифицированного антимикробным природным компонентом / М.Ю. Нагорный, О.Б. Федотова // Пищевая промышленность. – 2013. – № 2. – С. 32–33.
4. О плесневении хлеба / Л.И. Кузнецова, О.А. Савкина, Е.С. Иванова, Л.В. Усова, Г.В. Терновской // Хлебопечение России. – 2014. – № 5. – С. 24–26.
5. Основные способы предотвращения микробиологической порчи мучных кондитерских и хлебобулочных изделий / В. Лу-нин, Д. Сосунов, О. Сосунова, Ю. Дмитриева // Хлебопродукты. – 2013. – № 6. – С. 32–34.
6. Получение пищевой добавки для беглутенового хлеба / В.В. Евелева, Т.М. Черпалова, И.Б. Новицкая, И.Н. Филимонова // Вестник РАСХН. – 2013. – № 2. – С. 51–54.
7. Рябиновый порошок – компонент подкисляющей смеси в борьбе с плесневением ржано-пшеничного хлеба / Н.О. Дубров-ская, Л.И. Кузнецова, О.А. Савкина, О.И. Парахина // Пищевая промышленность. – 2015. – № 2. – С. 18–19.
8. Федотова О. Б. Хранение творожных продуктов в антибактериальном упаковочном материале / О. Б. Федотова, А. В. Шалаева // Молочная промышленность. - 2012. - № 7. - С. 40–41.