

Научная статья
УДК 664.66.019
EDN VKWIMD

**Грибы, вызывающие порчу хлебобулочных изделий на предприятиях
г. Санкт-Петербурга: разнообразие и причины контаминации**

Лидия Сергеевна Конькова¹, младший научный сотрудник
Марина Николаевна Локачук², старший научный сотрудник
Научный руководитель – Олеся Александровна Савкина³,
кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник

^{1, 2, 3} Санкт-Петербургский филиал Научно-исследовательского института
хлебопекарной промышленности, Санкт-Петербург, Россия

¹ l.konkova@gosnihp.ru, ² m.lokachuk@gosnihp.ru

Аннотация. Порча хлеба, вызываемая различными видами грибов, приводит к большим потерям произведенной продукции, так как из-за появления пятен и налета хлеб теряет визуальную привлекательность для потребителя, а из-за развития плесневых грибов – становится опасным для здоровья человека. В статье рассмотрена одна из самых малоизученных болезней хлеба – меловая болезнь. Показано, что микроорганизмы, вызывающие данное заболевание хлеба, попадают в готовые изделия в результате вторичной контаминации, так как дрожжеподобные грибы не выживают при температурах выпечки хлеба.

Ключевые слова: микробная порча хлеба, меловая болезнь, дрожжи, плесневые грибы, консерванты

Для цитирования: Конькова Л. С., Локачук М. Н. Грибы, вызывающие порчу хлебобулочных изделий на предприятиях г. Санкт-Петербурга: разнообразие и причины контаминации // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы 2-ой всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых (Благовещенск, 12 февраля 2025 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2025. С. 404–410.

Original article

**Fungus that cause spoilage of bakery products
in St. Petersburg enterprises: diversity and causes of contamination**

Lidia S. Konkova¹, Junior Researcher
Marina N. Lokachuk², Senior Researcher
Scientific advisor – Olesya A. Savkina³,
Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher

^{1, 2, 3} St. Petersburg branch of Scientific Research Institute for the Baking Industry

St. Petersburg, Russia

¹ l.konkova@gosnihp.ru, ² m.lokachuk@gosnihp.ru

Abstract. The spoilage of bread caused by various types of fungi leads to large losses of manufactured products, as due to the appearance of stains and plaque, bread loses its visual appeal to the consumer, and due to the development of mold fungi, it becomes dangerous to human. The article examines one of the most poorly studied diseases of bread – chalk mould. It has been shown that the microorganisms that cause this disease of bread enter the finished products as a result of secondary contamination, since yeast-like fungi do not survive at the temperatures of baking bread.

Keywords: microbiological spoilage, chalk mould, yeasts, mould, preservatives

For citation: Konkova L. S., Lokachuk M. N. Fungus that cause spoilage of bakery products in St. Petersburg enterprises: diversity and causes of contamination. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: 2-aya Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya molodykh uchenykh (12 fevralya 2025 g.). (PP. 404–410), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

Введение. Хлебобулочные изделия являются продуктом, представляющим из себя субстрат, легко подверженный микробной порче под действием разных видов плесневых грибов и дрожжей. При развитии микроорганизмов хлеб теряет свою органолептическую привлекательность и безопасность из-за различных биохимических изменений. По мере развития дрожжей и плесневых грибов на поверхности хлеба они становятся визуально заметными в виде отдельных колоний или тусклой, сухой или слизистой пленки, похожей на мел в случае развития дрожжевых грибов, или пушистого цветного налета в случае развития плесневых грибов [1]. Эти визуальные признаки порчи обычно сопровождаются появлением в продукте посторонних запахов и привкусов, например, дрожжевого, алкогольного и др. [2]. Кроме того, возможное наличие микотоксинов в зараженном хлебе (патулин, охратоксин, цитреовиридин, пенитрем), оказывающих мутагенное, тератогенное и канцерогенное действия на организм человека, остается серьезной проблемой [3].

Хлебопекарная промышленность давно ищет доступный подход к увеличению срока годности и обеспечению безопасности хлебобулочных изделий.

Одним из решений является поиск методов борьбы с данными возбудителями и средств, которые были бы безопасны для использования в пищевой промышленности и обладали бы эффективностью в отношении различных возбудителей микробной порчи хлеба [4]. Известно, что основными источниками заражения хлебопекарной продукции на производстве являются воздух производственных помещений, оборудование и инвентарь [5].

Необходим контроль производства, обеспечивающий условия для предотвращения роста микроорганизмов. Однако для этого требуется детальное исследование видовой принадлежности и культуральных особенностей микроорганизмов, вызывающих порчу хлеба.

Цель работы – *идентификация и описание грибов, являющихся возбудителями микробной порчи хлеба.*

Материалы и методы исследований. Отбор проб, выделение и идентификация возбудителей порчи в сырье и заплесневелом хлебе на производстве проводились следующим образом.

Десять образцов сырья, включающего пять партий муки ржаной, четыре партии муки пшеничной и зерно пшеничное, а также 20 образцов хлебобулочных изделий, пораженных меловой болезнью, и смывы с поверхности ножей и транспортеров упаковочных автоматов на объектах (100 смывов) были собраны на хлебопекарных предприятиях г. Санкт-Петербурга. Исследования проводились на основании обращений производителей, у которых возникали проблемы с ранней порчей хлеба дрожжеподобными грибами. Образцы упакованного хлеба заболели меловой болезнью до истечения срока годности.

Выбор точек сбора смывов был сделан на основании предшествующих исследований воздуха и смывов с поверхностей оборудования, показавших, что одной из частых зон контаминации плесневыми и дрожжевыми грибами является зона аппарата для нарезки и упаковки.

Определение содержания дрожжей и плесневых грибов в сырье проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 10444.12–2013 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов».

Изоляцию возбудителей с поверхности хлеба и упаковочного оборудования выполняли путем посева смывов на сусло-агар и среду Сабуро. Затем проводили расчистку и выделение монокультур. Морфологию и размеры клеток дрожжей исследовали на трехсуточных культурах возбудителей, выращенных на 8-процентном солодовом сусле при температуре 25 °С.

Способность к спорообразованию изучали при культивировании дрожжей на ацетатном агаре Мак-Клари, инкубируя посеvy при температуре меньше оптимальной (20–25 °С) в течение 4 недель [6]. Обнаружение гифов и псевдогифов проводили на чашках Дальмау с кукурузным агаром [7].

Результаты исследований. В результате исследований были отобраны 15 штаммов чистых культур дрожжей и дрожжеподобных грибов, ответственных за микробную порчу хлеба. Установлено, что в сырье самое высокое среднее значение контаминации было обнаружено в муке ржаной обдирной ($8,0 \cdot 10^2 - 1,4 \cdot 10^4$ КОЕ/г) и пшеничной 1 сорта ($4,0 - 6,0 \cdot 10^2$ КОЕ/г). В зерне пшеницы дрожжевые грибы не выявлены.

Для подтверждения способности выделенных штаммов вызвать меловую болезнь проводили заражение ломтей хлеба, нарезанных в стерильных условиях, нанося культуру дрожжей петлей с сусло-агара. Образцы инкубировали в термостате при температуре 25 °С. Установлено, что десять чистых культур из всех отобранных образцов вызывали меловую болезнь хлеба.

При посевах исследуемых образцов на питательные среды было обнаружено три вида колоний дрожжей (рис. 1). При этом дрожжи с колониями типов 1 и 3 образовывали аскоспоры и псевдомицелий, а дрожжи с колониями типа 2 их не образовывали. По морфологическим и культуральным свойствам штаммы

типа 1 можно отнести к роду *Saccaromyces*; 2 – *Candida*; 3 – *Wickeratomyces*.



тип 1

тип 2

тип 3

**Рисунок 1 – Рост дрожжей возбудителей меловой болезни
на плотной питательной среде**

Дрожжи типа 3 были преобладающими видами в сырье и были выделены в образцах ржаной и пшеничной муки. Они преобладали как в сырье, так и в образцах зараженного хлеба.

Использование консервантов является эффективным средством для увеличения срока годности хлебобулочных изделий. В провоцирующих условиях при температуре 30 ± 1 °С в изделии, изготовленном с применением сорбата калия в количестве 1 г/кг муки, меловая болезнь проявилась на 3–4 сутки. В изделии, изготовленном с использованием сорбата калия в дозировке 2 г/кг муки, признаки меловой болезни проявились на 6 сутки, однако на 5 сутки отмечалось появление колоний плесневых грибов, на основании морфологических и культуральных анализов отнесенных нами предположительно к виду *Penicillium chrysogenum*.

Литературные данные также подтверждают устойчивость некоторых видов микроскопических грибов к воздействию консервантов и предполагают, что такая устойчивость может быть связана с длительной лаг-фазой, за которой следует размножение [8].

В дальнейшем планируется видовая идентификация всех выделенных микроорганизмов.

Заключение. *Определение источника и происхождения возбудителей порчи хлеба способствует подбору наиболее эффективного средства борьбы с ними, включая санитарную обработку или применение веществ, обладающих консервирующим действием. Контроль роста и активности дрожжей, вызывающих меловую болезнь хлеба, требует хорошего понимания их физиологии, биохимических процессов и генетики. Факторы, влияющие на рост и выживаемость, такие как спорообразование, а также возможность прогнозировать реакцию дрожжей на эти факторы особенно важны в контроле и обеспечении качества продукции.*

Список источников

1. Красникова Л. В., Кострова И. Е., Машкин Д. В. Микробиология производства хлеба, кондитерских и макаронных изделий : учебное пособие. СПб. : Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий, 2007. 135 с.
2. Fleet G. Spoilage yeasts // *Critical Reviews in Biotechnology*. 1992. P. 1–44.
3. Miedaner T., Gwiazdowska D., Waśkiewicz A. Management of *Fusarium* species and their mycotoxins in cereal food and feed // *Frontiers in Microbiology*. 2017. No. 8.
4. Пашук З. Н., Апет Т. К., Апет И. И. Технология производства хлебобулочных изделий : справочник. СПб. : ГИОРД, 2009. 400 с.
5. Pateras I. M. Bread spoilage and staling // *Technology of Breadmaking*. Springer New York, 1998. P. 240–261.
6. Афанасьева О. В. Микробиология хлебопекарного производства. СПб. : Санкт-Петербургский филиал Научно-исследовательского института хлебопекарной промышленности, 2003. 220 с.
7. Бабьева И. П., Голубев В. И. Методы выделения и идентификации дрожжей. М. : Пищевая промышленность, 1979. 120 с.
8. Garcia M. V., Bernardi A. O., Parussolo G., Stefanello A., Lemos J. G., Copetti M. V. Spoilage fungi in a bread factory in Brazil: Diversity and incidence through the bread-making process // *Food Research International*. 2019. No. 126.

References

1. Krasnikova L. V., Kostrova I. E., Mashkin D. V. *Microbiology of bread, confectionery and pasta production: a textbook*, Saint-Petersburg, Sankt-Peterburgskii

gosudarstvennyi universitet nizkotemperaturnykh i pishchevykh tekhnologii, 2007, 135 p. (in Russ.).

2. Fleet G. Spoilage yeasts. *Critical Reviews in Biotechnology*, 1992:1–44.

3. Miedaner T., Gwiazdowska D., Waśkiewicz A. Management of *Fusarium* species and their mycotoxins in cereal food and feed. *Frontiers in Microbiology*, 2017;8.

4. Pashuk Z. N., Apet T. K., Apet I. I. *Technology of bakery products production: a reference book*, Saint-Petersburg, GIORD, 2009, 400 p. (in Russ.).

5. Pateras I. M. Bread spoilage and staling. In.: *Technology of Breadmaking*, Springer New York, 1998, P. 240–261.

6. Afanasyeva O. V. *Microbiology of bakery production*, Saint-Petersburg, Sankt-Peterburgskii filial Nauchno-issledovatel'skogo instituta khlebopekarnoi promyshlennosti, 2003, 220 p. (in Russ.).

7. Babyeva I. P., Golubev V. I. *Methods of yeast isolation and identification*, Moscow, Pishhevaya promyshlennost', 1979, 120 p. (in Russ.).

8. Garcia M. V., Bernardi A. O., Parussolo G., Stefanello A., Lemos J. G., Copetti M. V. Spoilage fungi in a bread factory in Brazil: Diversity and incidence through the bread-making process. *Food Research International*, 2019;126.

© Конькова Л. С., Локачук М. Н., 2025

Статья поступила в редакцию 31.01.2025; одобрена после рецензирования 12.02.2025; принята к публикации 26.02.2025.

The article was submitted 31.01.2025; approved after reviewing 12.02.2025; accepted for publication 26.02.2025.