УДК 664.659

DOI 10.29141/2500-1922-2020-5-4-2

Экспресс-методика колориметрического определения зараженности пшеничной муки спорами *Bac. Subtilis*

Н.В. Заворохина, Н.А. Панкратьева, Е.В. Крюкова^{1*}

¹Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация, *e-mail: degustator@olympus.ru

Ключевые слова:

хлеб
из пшеничной муки;
картофельная
болезнь хлеба;
метод

Реферат

Возбудители картофельной болезни – спорообразующие бактерии, относящиеся к подвиду *Bacillus subtilis ssp. mesentericus* (картофельная палочка), распространены в природе (почва, воздух, растения). Возбудитель картофельной болезни хлеба (*Bacillus subtilis ssp. mesentericus*) развивается в мякише пшеничного хлеба. Пораженный хлеб сначала теряет свои естественные вкус и аромат, затем появляется своеобразный сладковатый запах. Мякиш становится липким, при разломе наблюдаются слизистые, тянущиеся нити. Цвет мякиша изменяется: образуются желто-бурые и розовато-грязные пятна. При развитии болезни хлеб превращается в темную слоистую массу с резким специфическим запахом и неприятным вкусом. Для предупреждения картофельной болезни хлеба (КБХ) необходим контроль сырья и готовой продукции с целью выявления их микробиологической загрязненности. Определить наличие бактерий, вызывающих картофельную болезнь хлеба, можно разными методами, которые принято подразделять на четыре группы: 1) бактериологические; 2) технологические; 3) биохимические и 4) физические. Во всех четырех группах методов отсутствует единая методика анализа выявления возбудителей КБХ, которая бы легко воспроизводилась в условиях любой лаборатории и обладала бы корректностью оценки полученных результатов. На кафедре технологии питания Уральского государственного экономического университета разработана экспресс-методика колориметрического определения зараженности пшеничной муки спорами *Bac. Subtilis* по содержанию в ней эритродекстринов, дающих красно-бурое окрашивание при взаимодействии с раствором йода. Преимуществами усовершенствованного метода определения КБХ являются: а) быстрота и экспрессность; б) возможность как качественного, так и количественного определения *Bac. Subtilis* в муке с целью прогнозирования возникновения КБХ в хлебе из пшеничной муки.

Для цитирования: Заворохина Н.В., Панкратьева Н.А., Крюкова Е.В. Экспресс-методика колориметрического определения зараженности пшеничной муки спорами *Bac. Subtilis* // Индустрия питания/Food Industry. 2020. Т. 5, № 4. С. 11–17. DOI: 10.29141/2500-1922-2020-5-4-2

Дата поступления статьи: 6 октября 2020 г.

Express Method for Colorimetric Determination of Wheat Flour Contamination with *Bac. Subtilis* Spores

Natalia V. Zavorokhina^{1*}, Natalya A. Pankratyeva¹, Ekaterina V. Kryukova¹

¹Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russian Federation, *e-mail: degustator@olympus.ru

Keywords:

wheat flour bread;
potato disease of bread;
method

Abstract

The causative agents of potato disease are spore-forming bacteria belonging to the subspecies *Bacillus subtilis ssp. mesentericus* (potato bacillus), common in nature (soil, air, plants). The causative agent of potato bread disease (*Bacillus subtilis ssp. mesentericus*)

develops in the wheat bread crumb. The affected bread loses its natural taste and aroma first, then a peculiar sweet smell appears. The crumb becomes sticky, while breaking there are mucous, stretching threads. The crumb color changes: yellow-brown and pinkish-dirty spots. When the disease develops, the bread turns into a dark layered mass with a sharp specific smell and unpleasant taste. To prevent potato bread disease (PBD), it is necessary to control raw materials and finished products in order to detect their microbiological contamination. To determine the presence of bacteria that causes potato bread disease, a man can use different methods, which are usually divided into four groups: 1) bacteriological; 2) technological; 3) biochemical and 4) physical. In all four groups of methods, there is no single method for analyzing the PBD pathogens detection, that would be easily reproduced in any laboratory and would have the correctness of evaluating the results obtained. The workers of the Food Technology Department of the Ural State University of Economics have developed an express method for colorimetric determination of wheat flour contamination with *Bac. Subtilis* spores based on the erythrodextrins content in it, which give a red-brown staining when interacting with an iodine solution. The advantages of the improved method for determining PBD are: a) speed and expressiveness; b) the possibility of both qualitative and quantitative determination of *Bac. Subtilis* in flour in order to predict the PBD occurrence in wheat flour bread.

For citation: Natalia V. Zavorokhina, Natalya A. Pankratyeva, Ekaterina V. Kryukova. Express Method for Colorimetric Determination of Wheat Flour Contamination with *Bac. Subtilis* Spores. *Индустрия питания*/Food Industry. 2020. Vol. 5, No. 4. Pp. 11–17. DOI: 10.29141/2500-1922-2020-5-4-2

Paper submitted: October 6, 2020

Актуальность

Возбудители картофельной болезни хлеба (КБХ) – спорообразующие бактерии, относящиеся к подвиду *Bac. Subtilis* и *Bac. Mesentericus* (согласно новой классификации относятся к единому виду *Bac. Subtilis*), практически повсеместно распространены в природе. Бактерии этого вида погибают во время выпекания хлеба при температурном нагреве, но остаются жизнеспособные споры, выживающие при высоких температурах (250 °C и более).

В ходе исследований было установлено, что на данный момент не существует малозатратного экспресс-метода определения степени зараженности пшеничной муки и хлеба из нее картофельной болезнью – метода без приготовления пробной выпечки и инкубирования выпеченного хлеба в течение как минимум 36 ч. Существует только метод, разработанный в ГосНИИХП В.П. Медведевым и др. [1–10], позволяющий определить наличие спорных бактерий *Bac. Subtilis* в зерновом сырье и готовой продукции, основанный на протеолитической (желатиназной) активности спорных бактерий. Он позволяет в течение 6 ч выявить активность спорных бактерий, вызывающих КБХ. Результаты экспресс-метода не учитывают активность α-амилаз спорообразующих бактерий, вызывающих декстринизацию крахмала зернового сырья, не являются информативными в плане количественной оценки зараженности и нередко дают

искаженную картину реальной степени зараженности сырья. Наиболее же удобным и точным методом на сегодняшний день является приборный вискозиметрический¹ метод определения зараженности зерна возбудителями КБХ, разработанный ВНИИЗ Россельхозакадемии [11]. Однако этот метод более применим к зерну, чем к хлебу из пшеничной муки (ХПМ). Недостатком его можно считать необходимость использования прибора ПЧП-3, оснащенного водяной баней для создания благоприятных условий действия фермента α-амилазы (37 °C). Без соблюдения температурного режима инкубационной среды результаты анализа будут недостоверными (табл. 1). Данный факт потребовал разработки усовершенствованной методики определения зараженности пшеничной муки, а также описательной балльной шкалы степени зараженности пшеничной муки.

При разработке методики оценки зараженности пшеничной муки спорами картофельной палочки были сформулированы три условия:

- экспрессность (возможность получения результата в течение не более 6 ч);
- достоверность результатов;
- возможность как качественной, так и количественной регистрации зараженности.

¹ Инструкция по предупреждению «картофельной» болезни хлеба на хлебопекарных предприятиях. Изд. офиц. М.: Россельхозакадемия, 2012. 32 с.

Таблица 1. Методы выявления картофельной болезни хлеба
Table 1. Detection Methods of Potato Disease of Bread

Метод	Сущность метода	Недостатки метода
Технологические методы		
Арбитражный	Из испытуемой муки готовят хлеб, который после выпечки выдерживают в термостате при определенных условиях влажности, температуры и времени. Затем органолептически проверяют наличие признаков заболевания	Длительность определения – от 24 до 72 ч
Бактериологические методы		
Микробиологический	Посев на плотные или жидкие питательные среды с целью установления количественного содержания спор <i>Bac. subtilis</i>	Трудоемкость, длительность, необходимость специальных знаний персонала в области микробиологии. Слабая корреляция между количеством спор и степенью зараженности картофельной болезнью
Физические методы		
Люминесцентный	Ускоренный люминесцентный метод, основанный на способности колоний картофельной палочки под влиянием ультрафиолетовых лучей принимать ярко-желтую окраску	Не отвечает основной задаче – предупреждать выбраковку готовой продукции, а лишь позволяет констатировать факт наличия бактериальной инфекции
Вискозиметрический	Метод, предназначенный для измерения снижения вязкости клейстера под действием бактериальной α -амилазы, присутствующей в смыве или экстракте, на приборе для определения числа падения или аналогичном	Необходимость наличия в лаборатории специального оборудования с водяной баней. Разжижающая активность α -амилазы может быть различной при изменении температуры окружающей среды
Метод капиллярного электрофореза	Метод, основанный на разделении компонентов сложной смеси в кварцевом капилляре под действием приложенного электрического поля; реализован на приборе «Капель-103»	Необходимость наличия в лаборатории специального оборудования
Биохимические методы		
Метод Ансона	Определение ферментативной активности <i>Bac. subtilis</i> путем выявления продуктов расщепления белковых или углеводных компонентов муки или хлеба протеолитическими и амилаолитическими ферментами, что определяется при нанесении испытуемого материала на поверхность желатинового слоя фотоматериала	Высокие требования к оснащению лаборатории и необходимость наличия высококвалифицированных специалистов

Объекты и методы исследования

Объектом исследования является мука пшеничная хлебопекарная 1-го сорта.

Предлагаемая методика включает в себя несколько этапов.

Первый этап – получение градуировочного графика содержания эритродекстринов в зараженной пшеничной муке. Для этого готовили вытяжку из ломтиков картофеля по известной методике [12]. Клубни картофеля мелко нарезали, помещали в колбу со 100 мл стерильной водопроводной воды и взбалтывали в течение 2 мин. Стерильным крючком (приготовленным из обычной проволочной иглы) картофель извлекали из колбы и переносили последовательно во вторую, третью, четвертую, пятую, шестую и седьмую колбы, также содержащие по 100 мл

стерильной водопроводной воды. В каждой колбе картофель отмывали по 2 мин.

Количество *Bac. subtilis* в вытяжке определяли при помощи стандартов мутности 0,5; 1; 2; 3 по шкале McFarland, для чего смешивали 0,5; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 см³ взвеси двухводного хлорида бария и 99,5; 9,9; 9,8; 9,7; 9,6 см³ серной кислоты соответственно. Полученную взвесь разливали по 5 мл в пробирки, отмечали объем жидкости, герметично укупоривали и хранили в темном шкафу не более 3 мес. при комнатной температуре. В таких же пробирках готовили растворы *Bac. subtilis*, полученные вытяжкой из ломтиков картофеля с разведением, соответствующим стандартам мутности 0,5; 1; 2; 3 по шкале McFarland. При длине волны 600 нм растворы с мутностью 0,5; 1; 2; 3 по шкале McFarland имеют пропуска-

ние 74,3; 55,6; 35,6; 26,4; 21,5 %, что соответствует концентрации бактерий $1,0 \cdot 10^8$; $3,0 \cdot 10^8$; $6,0 \cdot 10^8$; $9,0 \cdot 10^8$; $1,2 \cdot 10^9$ соответственно.

Далее, на втором этапе, готовили контроль, для чего навеску здоровой пшеничной муки массой 5 г количественно переносили в мерную колбу и доводили дистиллированной водой с температурой 30 °С до 100 см³. Затем в течение 10 мин смесь экстрагировали при активном перемешивании ($3\ 000\ c^{-1}$) магнитной мешалкой; фильтровали, после этого к 5 см³ фильтрата приливали 5 см³ 0,005 н. раствора йода и определяли оптическую плотность на ФЭК-56М при длинах волны 660 и 530 нм, кювета – 5 мм. Аналогично готовили образцы для построения градуировочной шкалы: вместо дистиллированной воды вносили растворы *Bac. Subtilis*, соответствующие стандарту мутности 0,5; 1; 2; 3; 4.

Результаты исследования и их обсуждение

Bac. Subtilis, выделяя амилалитический фермент α -амилазу, гидролизуют крахмал, причем гидролиз протекает в несколько стадий:

1) *декстринизация крахмала* – расщепление крахмала до декстринов с достаточно высокой молекулярной массой, вследствие чего появляется залипание мякиша. Поскольку α -амилаза не атакует α -1,6-связи, при гидролизе крахмала образуются устойчивые разветвленные декстрины;

2) *разжижение* – выделение протеолитических ферментов, которые, разрушая белок, образуют продукты распада, придающие хлебу специфический неприятный запах. Декстрины частично разлагаются до тетра- и тримальтозы;

3) *осахаривание* – появление тянущихся нитей, неприятного специфического запаха. Тетра- и тримальтозы очень медленно гидролизуются до ди- и моносахаридов. Стадия характеризуется очень низкой скоростью.

Большинство разработанных методов предлагают определение КБХ в уже выпеченном хлебе, что требует значительных затрат времени на пробные выпечки. Пшеничная мука, загрязненная *Bac. Subtilis* и их спорами, вероятнее всего, будет провоцировать заболевание КБХ, степень которой определяется количеством спор. Поэтому количественное экспресс-определение *Bac. Subtilis* в пшеничной муке может помочь установить качество муки и спрогнозировать ее способность к заболеванию КБХ.

При хранении муки с влажностью не более 14 % *Bac. Subtilis* обычно инактивированы, но при приготовлении мучной болтушки (путем смешения пшеничной муки с теплой водой) происходит их активация, и начинается первая стадия гидролиза муки до декстринов. Поскольку гидролиз

до сахаров проходит медленнее, то в течение первого часа можно наблюдать нарастание количества декстринов в мучной болтушке. Этот процесс обычно наблюдается при нейтральном pH = 6–7.

Предлагаемый экспресс-метод основан на определении зараженности муки КБХ по содержанию в ней эритродекстринов, дающих красно-бурое окрашивание при взаимодействии с раствором йода после приготовления мучной болтушки из пшеничной муки с теплой дистиллированной водой и дальнейшем ее экстрагировании. Согласно данным В.А. Маринченко и др. [13] максимальное образование эритродекстринов происходит в период между 10-й и 20-й минутой гидролиза крахмала, поэтому время гидролиза до определения оптической плотности не должно превышать 20 мин. Поскольку за данный отрезок времени гидролиз до сахаров произойти не успевает, ими можно пренебречь.

Общепринятый метод определения декстринов, основанный на их гидролизе до глюкозы и ее последующем определении, в данном случае применить нельзя, так как он подразумевает определение всех видов декстринов, а в рамках данной методики требуется выявить только эритродекстрины, дающие красно-бурое окрашивание с йодом, в отличие от ахродекстринов и мальтодекстринов, не дающих окрашивания, и амилодекстринов, дающих синее окрашивание.

Данный метод также неприменим для определения КБХ в ХПМ, так как в процессе тестообразования, брожения, выпечки тоже могут образовываться декстрины, но не под воздействием *Bac. subtilis*, а вследствие других физико-химических процессов.

Содержание декстринов определяли по формулам М.П. Попова и Е.П. Шаненко [14]:

1) содержание эритродекстринов в растворе:

$$C_A = 0,044D_{660} - 0,0123D_{530}; \quad (1)$$

$$C_D = 2D_{660} - 47,7C_A, \quad (2)$$

где C_A – концентрация амилозы в растворе, мг/см³; C_D – концентрация декстринов в растворе, мг/см³; D_{660} , D_{530} – оптические плотности раствора при длинах волны 660 и 530 нм;

2) в пересчете на сухие вещества:

$$D = \frac{2 \times C_D \times 100}{100 - W} \%, \quad (3)$$

где D – массовая доля декстринов в пересчете на сухие вещества, %; W – массовая доля влаги в муке, %.

В таблице 2 приведены данные о содержании декстринов в зараженной муке.

Таблица 2. Содержание эритродекстринов
в зараженной муке

Table 2. Erythroextrin Content in Contaminated Flour

Концентрация <i>Bac. subtilis</i> в пробе, КОЕ/см ³	Содержание эритродекстринов, %
1,0·10 ⁸	0,431
3,0·10 ⁸	0,684
6,0·10 ⁸	0,814
9,0·10 ⁸	1,016
1,2·10 ⁹	1,177

Грудуировочный график зависимости содержания *Bac. Subtilis* в пшеничной муке в зависимости от содержания эритродекстринов представлен ниже (см. рисунок).

При содержании *Bac. Subtilis* до 2,0·10² муку можно считать здоровой¹ [15].

Далее определяли количество *Bac. Subtilis* в зараженной пшеничной муке, используемой для

¹ Инструкция по предупреждению «картофельной» болезни хлеба на хлебопекарных предприятиях. Изд. офиц. М.: Россельхозакадемия, 2012. 32 с.

дальнейших исследований, а также для товарных образцов муки.

Чтобы провести анализ, образцы для определения оптической плотности/содержания эритродекстринов готовили аналогично контролю: навеску здоровой пшеничной муки массой 5 г количественно переносили в мерную колбу и доводили дистиллированной водой с температурой 30 °С до 100 см³; смесь экстрагировали при активном перемешивании в течение 10 мин, фильтровали; к 5 см³ фильтрата приливали 5 см³ 0,005 н. раствора йода, и определяли оптическую плотность на ФЭК-56М при длинах волны 660 и 530 нм, кювета – 5 мм. Затем рассчитывали содержание эритродекстринов и по градуировочному графику определяли содержание *Bac. Subtilis*.

Выводы

Изложенная методика позволяет прогнозировать период возникновения картофельной болезни в выпеченном хлебе.

Сравнение традиционной и предлагаемой методики определения КБХ представлено в табл. 3.

Градуировочный график зависимости спор *Bac. Subtilis*
в зависимости от содержания эритродекстринов в суспензии

Calibration Graph of the *Bac. Subtilis* Spore Content Depending on the Erythroextrin Content in the Suspension

Таблица 3. Сравнительная оценка методик определения картофельной болезни хлеба

Table 3. Comparative Methods Evaluation for Determining Potato Disease of Bread

Показатель	Метод пробной выпечки (арбитражный)	Разработанный метод
Объект исследования	Пробная выпечка ХПМ	Мука пшеничная, используемая для выпечки ХПМ
Пробоподготовка	2–3 ч	30 мин
Продолжительность реализации способа	От 24 до 72 ч	1 ч
Количественное определение	Отсутствует	Имеется
Показатели точности измерений (прецизионность), %	95	93
Относительная погрешность, %	Не более 5	Не более 7
Регистрируемый параметр	Разжижающая способность α-амилазы, вязкость клейстера	Содержание эритродекстринов в мучной болтушке после ее экстрагирования

Заключение

Предложенная методика обладает рядом преимуществ и может применяться для экспресс-обнаружения *Bac. Subtilis* в зараженной пшенич-

ной муке с целью прогнозирования возникнове-
ния картофельной болезни хлеба.

Библиографический список

- Афанасьева О.В. Микробиология хлебопекарного производства. СПб.: Береста, 2003. 221 с.
- Афанасьева О.В. Микроорганизмы – вредители хлебопекарного производства. М.: Пищ. пром-сть, 1976. 143 с.
- Бартенева К.Е. Использование пропионовокислых бактерий для предотвращения заболевания хлеба «картофельной болезнью»: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Московский технологический институт пищевой промышленности. М., 1962. 20 с.
- Витавская А.В., Матвеев А.И., Ельцова О.П. и др. Биологический способ предотвращения картофельной болезни хлеба. М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1976. 51 с.
- Богатырева Т.Г., Поландова Р.Д. Совершенствование методов диагностики картофельной болезни хлеба. М.: ЦНИИТЭИхлебопродуктов, 1990. 17 с.
- Галынкин В.А., Заикина Н.А., Кочеровец В.И., Курбанова И.З. Питательные среды для микробиологического контроля качества лекарственных сред и пищевых продуктов: справочник. СПб.: Изд-во «Проспект науки», 2019. 336 с.
- Демчук А.П., Ройтер И.М. Методы выявления и предупреждения картофельной болезни хлеба. М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1970. 41 с.
- Жаркова И.М., Малютин Т.Н., Литвяк В.В. Биотехнологические основы хлебопекарного производства: учеб. пособие. Воронеж: Воронежск. гос. ун-т инж. технологий, 2019. 144 с.
- Кудинов П.И., Першакова Т.В., Якуба Ю.Ф. Методы определения картофельной болезни хлеба по изменению его химического состава // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 1999. № 1. С. 69–71.
- Сорокулова И.Б. Возбудители «картофельной болезни» хлеба и здоровье человека // Хлебопечение России. 2000. № 2. С. 30–31.
- Поландова Р.Д., Кветный Ф.М. Методическое руководство по производству хлебобулочных изделий с удлиненными сроками хранения. М.: Россельхозакадемия, 2002. 48 с.
- Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 216 с.
- Яровенко В.Л., Маринченко В.А., Смирнов В.А. и др. Технология спирта. М.: Колос-Пресс, 2002. 465 с.
- Попов М.П., Шаненко Е.Ф., Попов Е.С. Метод определения декстринов и амилазы при одновременном присутствии их в растворе // Улучшители качества пищевых продуктов: межвуз. сб. науч. тр. М., 1977. С. 29–35.
- Заворохина Н.В., Панкратьева Н.А. Экспресс-метод определения степени зараженности хлеба картофельной болезнью // Актуальные проблемы пищевой промышленности и общественного питания: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 17 апреля 2018 г.). Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2018. С. 27–30.

Bibliography

- Afanasjeva, O.V. Mikrobiologiya Hlebopekarnogo Proizvodstva [Microbiology of Bakery Production]. SPb.: Beresta, 2003. 221 p.
- Afanasjeva, O.V. Mikroorganizmy – Vrediteli Hlebopekarnogo Proizvodstva [Microorganisms as Pests of Bakery Production]. M.: Pishch. Prom-st', 1976. 143 p.
- Barteneva, K.E. Ispol'zovanie Propionovokislykh Bakterii dlya Predotvrashcheniya Zabolevaniya Hleba «Kartofel'noj Bolezn'yu» [Use of Propionic Acid Bacteria to Prevent the "Potato Disease" of Bread]: Avtoref. Dis. ... Kand. Tekhn. Nauk. Moskovskij Tekhnologicheskij Institut Pishchevoj Promyshlennosti. M., 1962. 20 p.
- Vitavskaya, A.V.; Matveev, A.I.; Eltsova, O.P. i dr. Biologicheskij Sposob Predotvrashcheniya Kartofel'noj Bolezni Hleba [Biological Prevention Method of Potato Disease of Bread]. M.: CNIITEI pishcheprom, 1976. 51 p.
- Bogatyreva, T.G.; Polandova, R.D. Sovershenstvovanie Metodov Diagnostiki Kartofel'noj Bolezni Hleba [Diagnostics Methods Improvement of Potato Disease of Bread]. M.: CNIITEI hleboproduktov, 1990. 17 p.
- Galyнкиn, V.A.; Zaikina, N.A.; Kocherovets, V.I.; Kurbanova, I.Z. Pitatel'nye Sredy dlya Mikrobiologicheskogo Kontrolya Kachestva Lekarsvennykh Sred i Pishchevykh Produktov [Nutrient Media for Microbiological Quality Control of Medicinal Media and Food Product]: Spravochnik. SPb.: Izd-vo «Prospekt nauki», 2019. 336 p.
- Demchuk, A.P.; Rojter, I.M. Metody Vyyavleniya i Preduprezhdeniya Kartofel'noj Bolezni Hleba [Detection and Prevention Methods of Potato Disease of Bread]. M.: CNIITEI pishcheprom. 1970. 41 p.
- Zharkova, I.M.; Malyutina, T.N.; Litvyak, V.V. Biotekhnologicheskie Osnovy Hlebopekarnogo Proizvodstva [Biotechnological Bases of Bakery Production]: Ucheb. Posobie. Voronezh: Voronezhsk. Gos. Un-t Inzh. Tekhnologii, 2019. 144 p.
- Kudinov, P.I.; Pershakova, T.V.; Yakuba, Yu.F. Metody Opredeleniya Kartofel'noj Bolezni Hleba po Izmeneniyu Ego Himicheskogo Sostava [Methods for Determining Potato Disease of Bread by Changing its Chemical Composition]. Izvestiya Vysshih Uchebnyh Zavedenii. Pishchевaya Tekhnologiya, 1999. No. 1. Pp. 69–71.
- Sorokulova, I.B. Vozbuditeli «Kartofel'noj Bolezni» Hleba i Zdorov'e Cheloveka [Pathogens of "Potato Disease" of Bread and Human Health]. Hlebopechenie Rossii. 2000. No. 2. Pp. 30–31.
- Polandova, R.D.; Kvetnyj, F.M. Metodicheskoe Rukovodstvo po Proizvodstvu Hlebobulochnykh Izdelij s Udlinennymi Srokami Hraneniya [Methodical Guide to the Production of Bakery Products with Extended Storage Periods]. M.: Rossel'hozakademiya, 2002. 48 p.
- Tepper, E.Z.; Shilnikova, V.K.; Pereverzeva, G.I. Praktikum po Mikrobiologii [Practical Work on Microbiology]. 2-E Izd., Pererab. i Dop. M.: Kolos, 1979. 216 p.
- Yarovenko, V.L.; Marinchenko, V.A.; Smirnov, V.A. i dr. Tekhnologiya Spirta [Technology of Alcohol]. M.: Kolos-Press, 2002. 465 p.

14. Popov, M.P.; Shanenko, E.F.; Popov, E.S. Metod Opredeleniya Dekstrinov i Amilazy pri Odnovremennom Prisutstvii Ih v Rastvore [Method for Determining Dextrin and Amylase in their Simultaneous Presence in Solution]. Uluchshiteli Kachestva Pishchevykh Produktov: Mezhvuz. Sb. Nauch. Tr. M., 1977. Pp. 29–35.
15. Zavorohina, N.V.; Pankratyeva, N.A. Ekspress-Metod Opredeleniya Stepeni Zarazhennosti Hleba Kartofel'noj Bolezn'yu [Express Method for Determining the Infection Degree of Bread with Potato Disease]. Aktual'nye Problemy Pishchevoj Promyshlennosti i Obshchestvennogo Pitaniya: Materialy II Mezhdunar. Nauch.-Prakt. Konf. (Ekaterinburg, 17 Aprelya 2018 g.). Ekaterinburg: Izd-vo Ural. Gos. Ekon. Un-ta, 2018. Pp. 27–30.

Информация об авторах / Information about Authors

**Заворохина
Наталья Валерьевна**

Zavorokhina,
Natalia Valerievna

Тел./Phone: +7 (343) 283-12-72
E-mail: degustator@olympus.ru

*Доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технологии питания
Уральский государственный экономический университет
620144, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45
Doctor of Technical Science, Associate Professor, Professor of the Food Technology
Department
Ural State University of Economics
620144, Russian Federation, Ekaterinburg, 8 March St. / Narodnoy Voli St., 62/45
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5458-8565>*

**Панкратьева
Наталья Анатольевна**

Pankratyeva,
Natalya Anatolyevna

Тел./Phone: +7 (343) 283-12-72
E-mail: nata-pankratyeva@yandex.ru

*Старший преподаватель кафедры технологии питания
Уральский государственный экономический университет
620144, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45
Senior Lecturer of the Food Technology Department
Ural State University of Economics
620144, Russian Federation, Ekaterinburg, 8 March St. / Narodnoy Voli St., 62/45
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9831-3635>*

**Крюкова
Екатерина Владимировна**

Kryukova,
Ekaterina Vladimirovna

Тел./Phone: +7 (343) 283-12-72
E-mail: katepat@mail.ru

*Кандидат технических наук, доцент кафедры технологии питания
Уральский государственный экономический университет
620144, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45
Candidate of Technical Science, Associate Professor of the Food Technology Department
Ural State University of Economics
620144, Russian Federation, Ekaterinburg, 8 March St. / Narodnoy Voli St., 62/45
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2512-2587>*