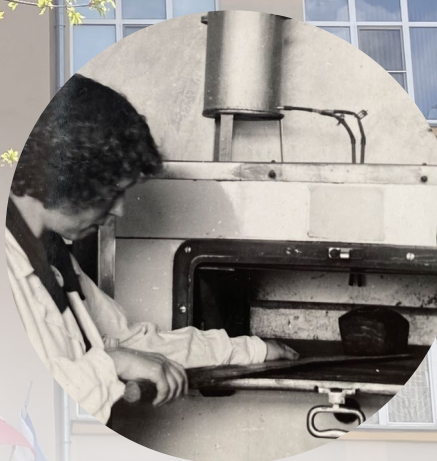
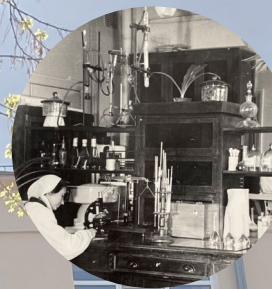


ХЛЕБОПЕЧЕНИЕ РОССИИ 4-2022

BAKING IN RUSSIA

**ФГАНУ НИИ
хлебопекарной
промышленности
отмечает
90-летний юбилей**



ГОСНИИ ХЛЕБА
основан в 1932 году

лет

служения хлебу

эйва

ГОСНИИ ХЛЕБА
основан в 1932 году

Стартеры для заквасок



Разработано совместно с ФГАНУ НИИХП

Натуральная стартовая композиция, содержащая чистые культуры активных штаммов молочнокислых бактерий и заквасочных дрожжей из коллекции НИИХП.

Стартеры для заквасок дают возможность:

- Исключить сложные этапы выведения закваски
- Получить гарантированно повторяемый и прогнозируемый результат
- Обеспечить микробиологическую безопасность и стабильность микробиома закваски
- Замедлить микробную порчу хлеба
- Производить изделия по ГОСТ и современный ассортимент

2 по цене 1

При первом заказе мы пришлем вам обе композиции стартеров (F и B) по цене одного продукта.

Композиции отличаются составом штаммов МКБ и кислотоустойчивых дрожжей.

Линейка стартеров для заквасок:

Ржаная классическая (F и B)
Пшеничная классическая (F и B)

Назначение продукта:

для выведения ржаных или пшеничных заквасок

www.eywapro.ru | sales@eywapro.ru | +7 (812) 449 42 80

реклама

ХЛЕБОПЕЧЕНИЕ РОССИИ 4-2022

BAKING IN RUSSIA

СОДЕРЖАНИЕ

Специальный выпуск журнала «Хлебопечение России», посвященный 90-летию юбилею со дня основания федерального государственного автономного научного учреждения «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности».

С ЮБИЛЕЕМ!

Научно-исследовательскому институту хлебопекарной промышленности — 90 лет! **3**

Маклюков В.И.

История организации и работы Физико-технической лаборатории ВНИИХП **16**

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

Локачук М.Н., Савкина О.А., Павловская Е.Н., Кузнецова Л.И.

Перспективы лиофилизации заквасочных дрожжей для оптимизации сроков годности стартовых композиций для разных видов заквасок. Состояние вопроса **20**

Парахина О.И., Локачук М.Н., Кузнецова Л.И., Гаврилова Т.А., Нутчина М.А., Фролова Ю.М.

Технология безглютенового хлеба на сброженной заварке **26**

Карабинская Ю.И., Морозова Е.В., Тюрина И.А., Балуян Х.А.

Влияния солодовых продуктов отечественного и зарубежного производства на качество хлебулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки **33**

Научно-технический и производственный журнал
Учрежден Российским союзом пекарей в марте 1996 года
Журнал зарегистрирован Комитетом Российской Федерации по печати,
Регистрационный №014330.Лицензия №064938
Член Ассоциации отраслевых союзов АПК России (АССАПРОС)

Журнал включен в Международную реферативную базу данных AGRIS, в систему РИНЦ, в перечень ВАК.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Анатолий Павлович КОСОВАН,
д-р экон. наук, академик РАН, советник НИИ хлебопекарной промышленности (Россия)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
Наталья Александровна Березина, д-р техн. наук
Орловский государственный аграрный университет
им. Н.В. Парахина (Россия),
jrdan@yandex.ru
Ольга Александровна Ильина, д-р техн. наук
Международная промышленная академия (Россия),
dekanat@grainfood.ru
Марина Николаевна Костюченко, канд. техн. наук
НИИ хлебопекарной промышленности (Россия),
m.kostyuchenko@gosnihp.ru
Лина Ивановна Кузнецова, д-р техн. наук
Санкт-Петербургский филиал «НИИ хлебопекарной
промышленности» (Россия),
niihleba@yandex.ru

Газибег Омарович Магомедов, д-р техн. наук
Воронежский государственный университет инженерных
технологий (Россия)

Валентина Даниловна Малкина, д-р техн. наук
НИИ хлебопекарной промышленности (Россия),
info@gosnihp.ru

Владимир Викторович Мартиросян, д-р техн. наук
НИИ хлебопекарной промышленности (Россия),
v.martirosyan@gosnihp.ru

Ирина Викторовна Матвеева, д-р техн. наук
Компания Novozymes (Дания),
irim@novozymes.com

Игорь Алексеевич Никитин, д-р техн. наук
Московский государственный университет технологий
и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ) (Россия),
nikitina@mgutm.ru

Юрий Федорович Росляков, д-р техн. наук
Кубанский государственный технологический университет (Россия),
Kaf.pivt@mail.ru

Татьяна Борисовна Цыганова, д-р техн. наук
Московский государственный университет пищевых производств
(Россия),
info@gosnihp.ru

Валерий Яковлевич Черных, д-р техн. наук
НИИ хлебопекарной промышленности (Россия),
polybiotest@rangler.ru

АДРЕС ИЗДАТЕЛЬСТВА:
Россия, 107553, Москва, ул. Большая Черкизовская, д. 26А
WWW.GOSNIHP.RU
Секретариат,
Редакторы: +7 (495) 025-41-44, info@gosnihp.ru
Подписка: +7 (495) 025-41-44, доб.119

Научный редактор:
Валентина Даниловна Малкина, д-р техн. наук, профессор
Выпускающий редактор:
Татьяна Дмитриевна Левченко
+7 (495) 025-41-44, доб.151; editor@gosnihp.ru
Помощник редактора:
Ирина Петровна Пешкина
+7 (495) 025-41-44, доб.142

Отпечатано в типографии ООО «Белый Ветер».
115054, г. Москва, ул. Щипок, 28.

Ответственность за содержание рекламы и объявлений
несет рекламодатель
Мнение редакции не всегда совпадает с мнением авторов статей

Chief Editor **Anatoliy KOSOVAN**,

Doctor of Economics, Academician RAN (Russia),
adviser of scientific research institute of the Baking
Industry (Russia)

EDITORIAL TEAM:

Natalia Berezina, Doctor of technical Sciences
Orel State Agrarian University nam. V.N. Parakhin (Russia)
jrdan@yandex.ru

Olga Iliyana, Doctor of technical Sciences
International Industrial Academy (Russia)
dekanat@grainfood.ru

Marina Kostyuchenko, Candidate of technical Sciences
State scientific research institute of baking industry (Russia)
m.kostyuchenko@gosnihp.ru

Lina Kuznetsova, Doctor of technical Sciences
St Petersburg branch of state scientific research institute
of baking industry (Russia)
niihleba@yandex.ru

Gazibeg Magomedov, Doctor of technical Sciences
Voronezh State University of Engineering Technology
(Russia)

Valentina Malkina, Doctor of technical Sciences
State scientific research institute of baking industry (Russia)
info@gosnihp.ru

Vladimir Martirosyan, Doctor of technical Sciences
State scientific research institute of baking industry (Russia)
v.martirosyan@gosnihp.ru

Irina Matveeva, Doctor of technical Sciences
Novozymes (Danmark)
irim@novozymes.com

Igor Nikitin, Doctor of technical Sciences
K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and
Management (Russia)
nikitina@mgutm.ru

Yuri Roslyakov, Doctor of technical Sciences
Kuban State Technological University (Russia)
Kaf.pvt@mail.ru

Tatyana Tsiganova, Doctor of technical Sciences
Moscow State University of Food Production (Russia)
info@gosnihp.ru

Valeriy Chernyh, Doctor of technical Sciences
State scientific research institute of baking industry (Russia)
polyblotest@rambler.ru

ADDRESS OF PUBLISHING HOUSE:

26A, Bolshaya Cherkizovskaya street, 107553, Russia
WWW.GOSNIHP.RU

Secretariat, editors: +7 (495) 025-41-44
info@gosnihp.ru

Subscription: +7 (495) 025-41-44 (119)

Scientific editor **Valentina Malkina**, Doctor of technical
Sciences, Professor

Managing editor **Tatiana Levchenko**,
+7 (495) 025-41-44 (151)

Associate editor **Irina Peshkina**
editor@gosnihp.ru

Printed in the printing house of LLC «Belyi Veter».
115054, Moscow, st. Pinch, 28.

Responsibility for the content of advertisements
and announcements is an advertiser

Editorial opinion not always coincide with views of the authors of articles

ХЛЕБОПЕЧЕНИЕ РОССИИ 4-2022

BAKING IN RUSSIA

CONTENTS

**Special issue of the magazine «Bakery in Russia»,
dedicated to the 90th anniversary of the founding of
the Federal State Autonomous Scientific Institution
«Research Institute of the Bakery Industry».**

HAPPY ANNIVERSARY!

The Research Institute of the Bakery
Industry is 90 years old! **3**

Maklyukov V.I.
History of the organization and work
of the Physical-Technical Laboratory of VNIHP **16**

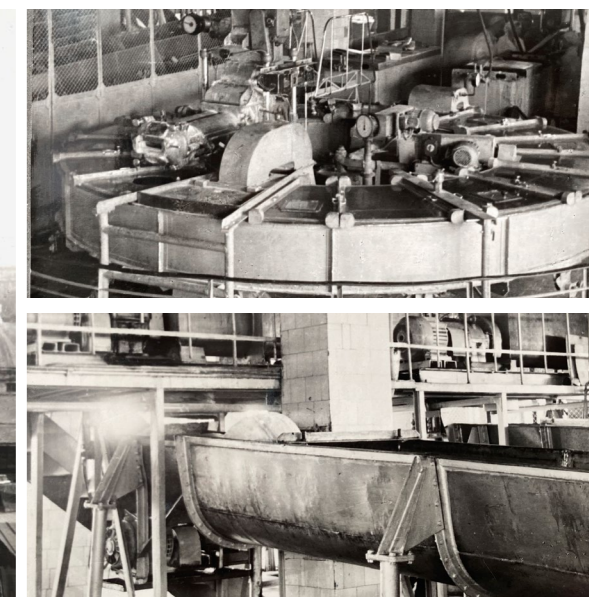
TECHNICS AND TECHNOLOGY

**Lokachuk M.N., Savkina O.A.,
Pavlovskaya E.N., Kuznetsova L.I.**
Prospects for lyophilization of starter yeast
to optimize the shelf life of starter compositions
for different types of starter cultures.
Status of the issue **20**

**Parakhina O.I., Lukashuk M.N., Kuznetsova L.I.,
Gavrilova T.A., Anuchina M.A., Frolova Yu.M.**
Technology of gluten-free bread
on fermented tea leaves **26**

**Karabinskaya Yu.I., Morozova E.V.,
Tyurina I.A., Baluyan H.A.**
The influence of malt products of domestic
and foreign production on the quality
of bakery products made from a mixture
of wheat and rye flour **33**

Научно-исследовательскому институту хлебопекарной промышленности – 90 лет!



Федеральное государственное автономное научное учреждение «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности», единственный в стране отраслевой центр, в этом году отмечает свое 90-летие.

Наш институт, как и многие институты пищевого профиля, создавался в далеком 1932 году, в непростое для молодого советского государства время. Однако, несмотря на трудности, у руководства страны было четкое понимание, что без науки невозможно сформировать современную высокоразвитую пищевую промышленность.

Тогда наше государство, выполняя эпохальные, исторически масштабные планы индустриализации страны после

революционных преобразований и разрухи в труднейших условиях дефицита средств, поставило задачу организовать промышленное производство хлеба, для чего был создан наш научно-исследовательский институт, проектные и учебные институты, профессиональные училища, построены крупные хлебозаводы.

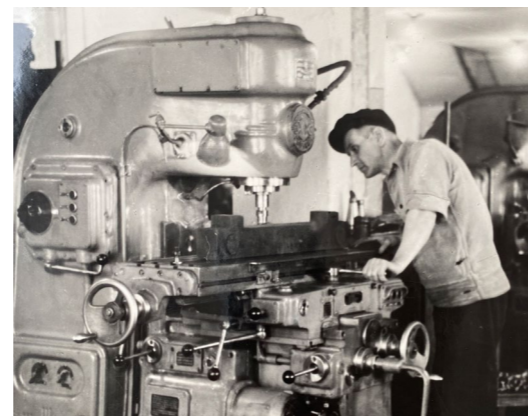
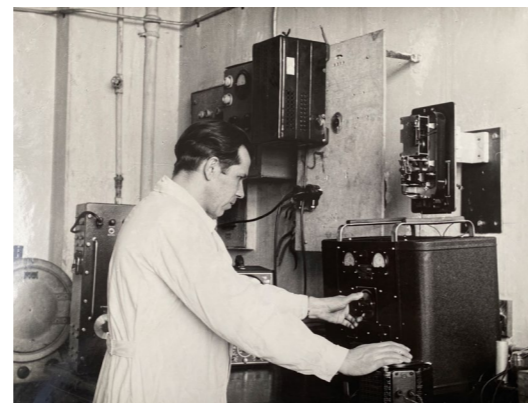
С первых дней институт стал разработчиком и головной координирующей организацией в деле превращения кустарного хлебопечения России в высококвалифицированную, развитую отрасль пищевой промышленности

С первых дней институт стал разработчиком и головной координирующей организацией в деле превращения кустарного хлебопечения России в высоко-

квалифицированную, развитую отрасль пищевой промышленности, которая и сегодня выполняет важнейшую задачу обеспечения населения вкусным, полезным и безопасным хлебом.

Благодаря тесному взаимодействию науки и отрасли в институте были проведены исследования, которые позволили

создать теоретические основы производства и совершенствования технологий и техники на всех этапах становления промышленного хлебопечения, на-



Ауэрман, Алексей Иванович
Островский, Александр Иванович
Опарин, Михаил Иванович
Княгиничев, Клавдия Николаевна
Чижова, Николай Иванович
Краснопевцев, Вадим Владимирович
Щербатенко, Павел Михайлович
Плотников, Людмила Николаевна
Казанская, Зинаида Ивановна
Шмидт, Раиса Дмитриевна
Поландова, Виталий Александрович
Патт, Феликс Михайлович
Кветный, и многих других выдающихся личностей своего времени.

Практически с момента основания началась важная работа по стандартизации хлебопекарной отрасли, на сегодняшний день все стандарты на хлебобулочные изделия, рекомендуемые нормы выходов, технологические инструкции, системы учета и контроля, правила ведения технологических процессов и многие другие нормативы созданы учеными института, без них не обходится ни одно предприятие.

Практически с момента основания началась важная работа по стандартизации хлебопекарной отрасли, на сегодняшний день все стандарты на хлебобулочные изделия, рекомендуемые нормы выходов, технологические инструкции, системы учета и контроля, правила ведения технологических процессов и многие другие нормативы созданы учеными института, без них не обходится ни одно предприятие.

История института связана с именами таких выдающихся ученых, как Борис Георгиевич Сарычев, Лев Янович

В период Великой Отечественной войны для нужд Вооруженных сил была разработана специальная техника и технологии выработки хлеба в полевых условиях. Учеными института создана легендарная конвейерная печь ФТЛ-2, обеспечившая бесперебойное снабжение хлебом и сухарями армейских подразделений. За ее разработку ученые института Н.И. Краснопевцев и В.Н. Лавров были удостоены Сталинской премии.

В послевоенные годы институт оказывал предприятиям отрасли серьезную практическую помощь в восстановительных работах, в развитии и расширении хлебопекарного производства, довоенные объемы которого были восстановлены в течение пяти лет.

С начала 1960-х годов институт занимается штатными

поставками хлеба для питания космонавтов. Эта работа не прерывалась даже в тяжелые для промышленности 1990-е годы. Первыми разработчиками космического хлеба были Вадим Владимирович Щербатенко, Тамара Самойловна Лурье, Инесса Евгеньевна Маслова, затем эстафету приняли Феликс Михайлович Кветный, Лариса Андреевна Шлеленко и другие ученые. За десятилетия расширялся ассортимент, менялись предпочтения, но одно осталось неизменным — специалисты института все также делают

В НИИ хлебопекарной промышленности проводились работы по созданию отечественного хлебопекарного оборудования. В рамках этого направления в институте разработаны: системы очистки технологического воздуха с различной площадью фильтровального элемента, системы регулируемого, бесстрессового транспортирования жидких полуфабрикатов для предприятий хлебопекарной промышленности, информационно-измерительной системы контроля параметров за-



эти миниатюрные буханочки вручную, очень качественно и с большой любовью!

За большой вклад в развитие отечественного хлебопечения, высокий уровень научных разработок и создание новой техники и современных наукоемких технологий в 1982 году институт награжден орденом Трудового Красного Знамени, в 2002 году объявлена благодарность Президента Российской Федерации В.В. Путина.

для тестомесильных машин дискретного действия и другие.

За большой вклад в развитие отечественного хлебопечения, высокий уровень научных разработок и создание новой техники и современных наукоемких технологий в 1982 году институт награжден орденом Трудового Красного Знамени, в 2002 году объявлена благодарность Президента Российской Федерации В.В. Путина. Сегодня ФГАНУ НИИХП является ведущей научно-исследовательской организацией, главная цель которой — методическое обеспечение и поддержка развития хлебопекар-



ной промышленности России. В научной деятельности института тесно переплетаются фундаментальные и прикладные исследования, что позволяет решать не только теоретические задачи, но и находить оптимальные пути решения практических проблем.

Институт первым в системе Федерального агентства научных организаций преобразовался в автономное научное учреждение. В настоящее время он определяет фундаментальные приоритеты развития хлебопекарной отрасли страны и продовольственного машиностроения для хлебопечения, содействует формированию мотивации предприятий, совместно с базовыми кафедрами высших учебных заведений формирует новую образовательную политику на основе инновационных знаний. Фундаментальные и приоритетно-прикладные научные исследования институт выполняет в рамках целевых государственных программ по за-

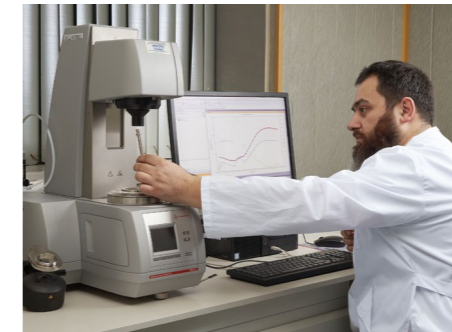


казу Минобрнауки, Российской академии наук, Министерства сельского хозяйства, Федерального агентства по техническому регулированию, Роскосмоса и др.

В условиях перехода на рыночные отношения востребованность услуг института несколько сократилась, однако с реализацией политики повышения требований к качеству и безопасности продукции, импортозамещения в АПК, ростом

конкуренции у руководителей предприятий все больше укрепляется понимание, что без науки решение многих вопросов сложно, длительно, а зачастую просто невозможно.

За последние десятилетия отраслевая наука, как и любая другая, столкнулась с очень серьезными вызовами. Сейчас к числу основных проблем следует отнести нарушенную рыночной экономикой целостность научного и производ-



ственного потенциала хлебопекарной промышленности России, недостаточную коммерциализацию результатов НИОКР, низкий престиж научной деятельности как профессии, старение научных кадров, вопросы импортозамещения и другие.

Несмотря на эти трудности, наука сумела показать пример поразительной жизнеспособности. Учеными НИИ хлебопекарной промышленности выполнены фундаментальные комплексные исследования по расширению научных основ технологий хлеба: сформулированы научные принципы и закономерности технологий, включающих оптимизацию параметров тестоприготовления, подбор композиции хлебопекарных улучшителей и состава заквасок с направленным культивированием микроорганизмов.

В основу разработанных технологий положены теоретические и практические аспекты системного подхода к отбору

микроорганизмов, преобразованию исходных перспективных культур с использованием современных методов селекции, оптимизация микробиологического состава заквасок с учетом синергизма жизнедеятельности микроорганизмов и направленного культивирования их в мучных средах.

Институт является единственной в России и странах СНГ организацией – хранителем промышленно ценных видов микроорганизмов для хлебопекарной промышленности, без которых невозможно производство хлеба по традиционным российским технологиям.

В институте продолжают научные исследования по реализации государственной политики в области здорового питания. Они ориентированы главным образом на разработку и продвижение на рынок новых хлебобулочных изделий с высоким оздоровительным потенциалом.

Проведены исследования и сформулированы фундамен-

тальные основы полноценного, сбалансированного питания детей дошкольного и школьного возрастов как необходимого условия их гармоничного роста, физического и нервно-психического развития, работоспособности и успешного обучения. Структурная обусловленность этих специ-

альных видов изделий для детского питания потребовала дополнительного обширного и глубокого изучения данной проблемы. Впервые в России учеными разработан, научно обоснован и экспериментально подтвержден ингредиентный состав таких изделий, разработанных на основе натуральных обогатителей с учетом меди-



ко-биологических требований к хлебобулочным изделиям для детского питания. Результаты этих исследований внедрены на предприятиях Московской, Тверской, Нижегородской областей.

Разработаны научно обоснованные технологии и ассортимент хлебобулочных изделий для питания людей, страдающих непереносимостью белка злаковых культур, и комбинированные смеси для их производства. Содержание иммунореактивного глютена в разработанных изделиях составило менее 5 мг на 1 кг хлеба, что соответствует требованиям диетотерапии. Продукция вырабатывается на опытном участке Санкт-Петербургского филиала института.

Увеличение продолжительности жизни человека, сохранение и улучшение здоровья населения России — важнейшая государственная задача. В последние десятилетия происходит заметный рост населения пожилого возраста. Разра-

ботаны научно обоснованные технологии и новые виды хлебобулочных изделий с применением природных пищевых компонентов, обеспечивающих улучшение пищевого статуса пожилых людей. Эффективность изделий подтверждена клиническими испытаниями.

Для питания спортсменов совместно с НИИ спортивной медицины смоделированы рецептурные композиции хлебобулочных изделий в соответствии с медико-биологическими требованиями, учитывающими их физические нагрузки. Для выбора функциональных ингредиентов изучен химический состав и проведен анализ ряда натуральных обогатителей, обладающих иммуномодулирующими и антиоксидантными свойствами, содержащими также незаменимые макро- и микронутриенты. Результаты доклинических испытаний показали, что введение в рацион питания разработанных изделий повышает переносимость физических на-



грузок лабораторных животных на 20–30% по сравнению с первоначальным тестированием, работоспособность увеличивается на 40–50%, время до развития усталости увеличивается на 46–54%.

Институт является единственным в России и странах СНГ организацией — хранителем промышленно ценных видов микроорганизмов для хлебопекарной промышленности, без которых невозможно производство хлеба



по традиционным российским технологиям. Коллекция насчитывает 83 штамма дрожжей, 108 штаммов молочнокислых бактерий. С использованием микроорганизмов коллекции разработаны стартовые композиции заданного микробиологического состава для приготовления ржаных и пшеничных заквасок с улучшенными биотехнологическими свойствами, которые внедрены на хлебопекарных предприятиях России.

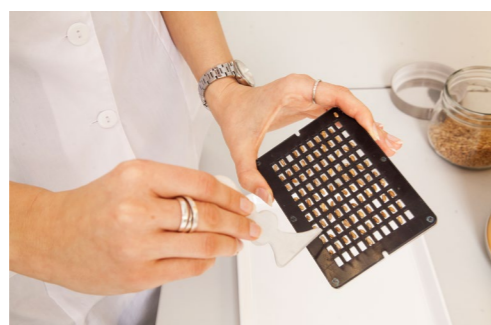
С реализацией политики повышения требований к качеству и безопасности продукции, импортозамещения в АПК, ростом конкуренции у руководителей предприятий все больше укрепляется понимание, что без науки решение многих вопросов сложно, длительно, а зачастую просто невозможно.

Объемы переработки муки с пониженными хлебопекарными свойствами имеют устойчивую тенденцию к увеличению. Соответственно происходит ухудшение качества хлеба: вкуса и запаха, эластичности мякиша, увеличивается крошковатость и снижается пищевая ценность. В институте проводятся исследования по созданию импортозамещающих технологий комплексных улучшителей на основе биотехнологических характеристик отечественных ферментных препаратов для повышения качества хлебобулочных изделий из муки с различными хлебопекарными свойствами.

Важнейшее значение на современном этапе приобретают ассортиментные, маркетинговые, логистические и организационные инновации в хлебопечении, а также создание специальных бизнес-моделей для их привлечения и расширения, которые сами по себе представляют управленческую инновацию. Институтом разработаны методические рекомендации по применению инновационных бизнес-моделей и конкурентных стратегий на хлебопекарных предприятиях.

В новых условиях институт продолжит работу над актуальными проблемами, стоя-





щими перед хлебопекарной отраслью, вскрывая их суть, исследуя процессы и вырабатывая конкретные решения и рекомендации.

Центр технологий, биохимических и микробиологических исследований. Специалисты центра занимаются созданием в первую очередь это создание ассортимента и техно-

логий новых видов изделий, с использованием нетрадиционных ингредиентов (льняной, гречневой, амарантовой, люпиновой, полбяной и других видов муки, порошков из овощей и фруктов, цикория, топинамбура, водорослей). В центре проводятся комплексные исследования технологий с использованием низких тем-

ператур холодного брожения, замораживания полуфабрикатов и готовых хлебулочных изделий. Использование таких технологий позволяет обеспечить население свежесвыпеченным хлебом.

Также специалисты центра изучают технологические и биохимические свойства новых ингредиентов: их влияние



на органолептические и физико-химические показатели качества хлеба, свойства теста, определяют оптимальные дозировки. Результатом работы, ценным для производителей, являются рекомендации отраслевого института по оптимальному использованию новых видов сырья.

Расширение ассортимента хлебулочных изделий для здорового питания (безглютеновых, других гипоаллергенных, для беременных и кормящих женщин, с пониженным содержанием соли), а также продукции с удлинёнными сроками





Все исследования в институте проводятся на высоком научном уровне на современных приборах и оборудовании, подтверждением этого является успешная аккредитация испытательного центра НИИХП.

годности для военнослужащих, сотрудников МЧС, Национальной гвардии и спецподразделений МВД и в будущем остается одним из приоритетных направлений работы института.

Фундаментальные исследования проводятся в Центре реологии пищевых сред, возглавляемом доктором технических наук, профессором Валерием Яковлевичем Черных. В центре проводятся

исследования по изучению реологических характеристик различных пищевых объектов — их текстура, свойства, устойчивость, плотность, деформация, закономерности влияния различных факторов. В результате создаются новые инструментальные методы оценки этих показателей, которые помогают производителям регулировать качество продукции. Например, раз-

работан метод определения скорости черствения хлеба. Для укрепления финансовой устойчивости в условиях ежегодного сокращения государственного финансирования перед институтом стоит задача развития инфраструктуры, освоения новых направлений исследований, а также усиления взаимодействия с предприятиями хлебопекарной и смежных отраслей.



Все исследования в институте проводятся на высоком научном уровне на современных приборах и оборудовании, подтверждением этого является успешная аккредитация испытательного центра НИИХП. Объекты исследования центра — мука, зерно, полуфабрикаты,

хлебобулочные, мучные кондитерские и макаронные изделия, для оценки которых используются более 100 методик анализа показателей качества. Заказчики исследований — ведущие предприятия страны, отраслевые ассоциации и государственные структуры.

В настоящее время остро стоит проблема обеспечения хлебопекарной отрасли высококвалифицированными кадрами. Институт ведет большую работу по их подготовке, в частности: 12 лет работала профильная базовая кафедра «Инновационные технологии



функциональных хлебобулочных и макаронных изделий», выпускники которой дополнили ряды научных сотрудников института. Более 10 лет работает аспирантура, которая готовит специалистов высшей квалификации. В 2020 году открыт Научно-технологический центр «Академия хлебопечения НИИХП», оснащенный инновационным технологическим оборудованием, позволяющим реализовать самые современные технологии и приобрести практические навыки производства различных видов хлебобулочных из-

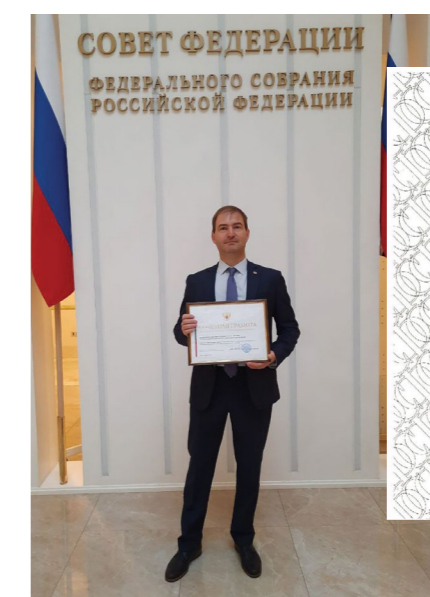
делий. Учебные программы центра включают теоретические и практические блоки, содержащие полный спектр знаний — от основ до профессионально-экспертного уровня.

Перед любой научной организацией стоит задача продвижения результатов научной деятельности, эти задачи успешно решаются в отделе маркетинга и реализации. Специалисты отдела находятся в постоянном тесном взаимодействии с предприятиями отрасли, занимаются оказанием информационной и методиче-

ской помощи, обеспечивают участие института практически во всех значимых отраслевых мероприятиях.

Конечно, реализация указанных направлений возможна только при сплоченной работе коллектива и тесном взаимодействии государства, отраслевого бизнес-сообщества, отраслевой и вузовской науки, что позволит обеспечить дальнейшее инновационно-ориентированное развитие хлебопекарной промышленности России.

Сегодня ФГАНУ «НИИ хлебопекарной промышленности» под руководством директора



90 лет ФГАНУ «НИИ хлебопекарной промышленности» – это не только история одного учреждения, это серьезная научная школа, являющаяся надежной опорой хлебопекарной отрасли, гарантия ее успешного развития и, соответственно, будущего.

Марины Николаевны Костюченко, оперативно реагируя на изменения, происходящие в стране, содействует решению актуальных вопросов, направленных на бесперебойную работу хлебопекарной отрасли, повышение качества, пищевой ценности и безопас-

ности продукции, распространение достоверной информации о пользе хлеба. Каждый сотрудник института с чувством высокой ответственности выполняет свою работу, бережно сохраняя традиции института и российского хлебопечения. ■

История организации и работы Физико-технической лаборатории ВНИИХП



Кандидат наук, профессор Илья Иванович Маклюков и его сын, доктор технических наук, профессор Владимир Ильич — автор данного материала, были не только свидетелями, но и активными участниками первых и последующих самых важных разработок в области теплотехники, конструирования печей для отечественной хлебопекарной отрасли. Это был настоящий прорыв научной мысли, связанной с промышленными технологиями и машиностроением. В суровых условиях и рекордные сроки специалистам физико-технической лаборатории удавалось проводить исследования и создать принципиально новое по своим характеристикам оборудование для хлебопекарных предприятий страны. Основные этапы работ описаны в материале Владимира Ильича Маклюкова.

Физико-техническая лаборатория (ФТЛ) была создана в составе Всесоюзного научно-исследовательского института хлебопекарной промышленности (ВНИИХП) в 1931 году. Директором ВНИИХПа с 1932 по 1935 г. был доцент Борис Георгиевич Сарычев. Первоначально ФТЛ входила в состав Отдела оборудования, позднее она выделилась в самостоятельную лабораторию. Создателем этой лаборатории являлся профессор Николай Иванович Краснопевцев — крупный специалист в области теоретической и промышленной теплотехники. Несколько раньше он организовал и возглавил кафедру «Энергетика» в учебном институте зерна и муки (впоследствии преобразованный в Московский технологический институт пищевой промышленности), который выделился из Химико-технологического института имени Д.И. Менделеева. Первыми научными сотрудниками ФТЛ были ученики Н.И. Краснопевцева, окончившие «Менделеевский» институт: И.И. Маклюков и В.В. Нащокин.

Перед лабораторией была поставлена задача: создать отечественные хлебопекарные печи, разработать методику их теплового расчета, методику теплотехнического испытания хлебопекарных печей. В то время не существовало основ расчета и проектирования хлебопекарных печей, и поэтому вначале сотрудники лаборатории изучали конструкции печей иностранных фирм и проводили их теплотехнические испытания. Для создания методики расчета печей необходимо было провести исследование по изучению закономерностей процессов, протекающих при выпечке хлеба, а также теплообмена в пекарной камере и обогревательной системе. В лаборатории изучались теплофизические свойства теста, хлеба, муки. Учитывая широкий круг проблем, стоявших перед лабораторией, включавших не только проектирование, но и теплофизические исследования, она была названа «Физико-технической».

В 1931–1932 гг. И.И. Маклюковым была разработана методика теплотех-

нических испытаний хлебопекарных печей и проведены испытания наиболее распространенных марок печей: ХВ и ХР. В эти годы под руководством Н.И. Краснопевцева научными сотрудниками И.И. Маклюковым и В.В. Нащокиным создается лабораторная печь для изучения работы трубок Перкинса. Эти трубки в печах иногда выходили из строя с большим взрывом, и в них уже нельзя было выпекать хлеб. Ими же проведены теплотехнические испытания котлов высокого давления конструкции инженера Г.П. Марсакова. Проведены испытания печей английской фирмы «Беккер Перкинс», которые были оснащены трубками Перкинса, на хлебозаводе № 4. На хлебозаводе № 3 проведены испытания печей американской фирмы «Петерсен».

Заведующий КБ отдела оборудования ВНИИХП Н.В. Молодых в 1932–1934 гг. разработал конвейерную ленточную печь с канальной системой обогрева, которая была изготовлена и испытана в 1936 году. Особенностью этой печи было при-

менение теплоемких подиков из талькохлорита, которые существенно влияли на улучшение качества выпекаемого хлеба. Эта была первая печь, созданная во ВНИИХПе и названная «Стахановкой» за большую производительность и хорошее качество хлеба. Автор этой печи Н.В. Молодых был награжден орденом «Знак Почета».

В 1932 г. в ФТЛ создается небольшая конструкторская группа, в которую вошли конструктор В.Н. Лавров, техники Т.Н. Машкалова, В.Ф. Петрухина и др.

В 1932 г. после окончания Московского института технологии зерна и муки в состав ВНИИХПа в должности научных сотрудников были приняты Н.А. Голубев и Ф.Г. Шумаев. В августе 1932 г. Ф.Г. Шумаев был назначен заместителем директора по научной работе ВНИИХПа, а с 1934 г. — заведующим ФТЛ. В этой должности он проработал до 1937 г. Затем был переведен в «Росглавхлеб», а в 1938 г. в Московский технологический институт пищевой промышленности, где занимал ответственные посты.

Н.А. Голубев был включен в группу ФТЛ, которая занималась наладкой и испытаниями хлебопекарных печей, ее возглавлял И.И. Маклюков. В последующем Н.А. Голубев приобретает большой опыт по проведению теплотехнических испытаний печей и возглавит эту группу.

Пока шло строительство здания ВНИИХП на Б. Черкизовской улице, лаборатории института размещались в разных частях города Москвы. ФТЛ находилась в районе Марьиной рощи в помещении бывшей пекарни. О составе сотрудников ФТЛ в 1932 г. можно судить по фотографии, сделанной во дворе здания лаборатории.

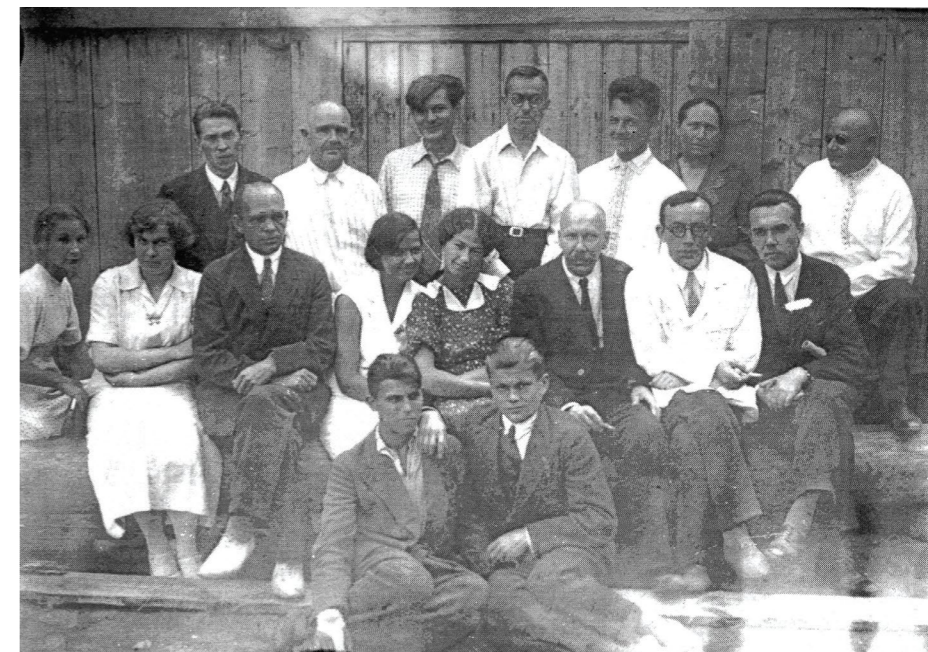
1933–1935 гг. В.В. Нащокиным экспериментально определены теплофизические характеристики муки, теста и хлеба. За эти годы И.И. Маклюковым проведены работы по исследованию тепловых процессов в жаровых печах и составлена методика по определению расхода тепла на выпечку хлеба. Им проведены всесторонние испытания печей АЦХ и выявлены их недостатки. Материалы этих работ позволили позднее ФТЛ произвести модернизацию печей АЦХ.

В 1935 г. вышла монография И.И. Маклюкова «Хлебопекарные печи», изданная Союзпромхлебопечением. В этой монографии была приведена впервые созданная методика расчета хлебопекарных печей, которая далее совершенствовалась и обогащалась новыми данными.

В 1936 г. под руководством Н.И. Краснопевцева разработана печь ФТЛ-1 с паровым обогревом и тоннельной пекарной камерой. Ф.Г. Шумаев занимался изучением электроконтактного способа выпечки. Совместно с В.Н. Лавровым ими была разработана экспериментальная печь ФТЛ-13 с целью изучения возможности применения этого способа для промышленной выпечки хлеба. Эксперименты показали, что хлеб получается без корки, и в дальнейшем этот способ выпечки не нашел применения.

В том же году Н.И. Краснопевцевым и Л.К. Толмачевым (пришел на работу в ФТЛ после окончания института МТИППа в 1936 г.), разработана конструкция печи ФТЛ-3 с комбинированным обогревом (трубками Перкинса и каналами в габаритах печи «ХВ»). Под руководством Н.И. Краснопевцева по результатам испытаний, проведенных И.И. Маклюковым, прошла реконструкция печи АЦХ на основе применения комбинированного обогрева. Этим печам присвоена марка «ФТЛ-4». Эти печи были построены на ряде хлебозаводов в городах Москве, Туле, Ростове, Харькове и др.

В 1938 г. в Москве, а в 1939 г. в Ленинграде внедрены первые образцы печи ФТЛ-2. Их испытания показали, что в печи ФТЛ-2 можно



На фотографии: во втором ряду слева направо: Т.Н. Машкалова, И.И. Маклюков, четвертая — В.Ф. Петрухина, далее Н.И. Краснопевцев, Ф.Г. Шумаев, В.В. Нащокин. В верхнем ряду, слева — В.Н. Лавров (прим. — указаны фамилии сотрудников, которые работали длительное время в лаборатории и внесли определенный вклад в ее работу)

Физико-техническая лаборатория в 1936 г. получает задание разработать массовую печь средней мощности взамен печей с канальным обогревом и печей с трубками Перкинса в габаритах печи «ХР». В 1937 г. Н.И. Краснопевцевым, В.Н. Лавровым была разработана конвейерная печь ФТЛ-2 с канальной системой обогрева и универсальной

выпекать широкий ассортимент хлеба и булочных изделий хорошего качества при сравнительно низком удельном расходе топлива.

После некоторых доработок и корректировки чертежей печь ФТЛ-2 модели 1939 г. была поставлена на серийное производство. Особенность этой конструкции состояла в возможности при ее наладке изменять под-

вод тепла в пекарную камеру по длине верхнего канала с целью обеспечения оптимального режима выпечки в зависимости от сорта хлеба (хлеба из ржаной или пшеничной муки). Печь была проста в эксплуатации, не требовала высокой квалификации персонала и больших физических усилий при ее обслуживании по сравнению с другими, существовавшими в то время печами (обслуживать печь могли и женщины). Конструкция печи была настолько удачной, что она получила признание хлебопеков Советского Союза. **Особую роль печь ФТЛ-2 сыграла во время Великой Отечественной войны, за что авторам печи Н.И. Краснопецеву и В.Н. Лаврову в 1942 г. была присуждена Сталинская премия.** Эта конструкция продолжала свое триумфальное шествие и в послевоенное время. Ее доля в печном парке в 1950–1960 гг. доходила до 70–80%. Ни одна из конструкций печей, созданных в СССР, не имела такого распространения, как печь ФТЛ-2. Такая популярность печи повысила авторитет ВНИИХПа и особенно создателей печи — сотрудников Физико-технической лаборатории.

В 1937 г. перед лабораторией была поставлена задача изучить особенности процесса выпечки национальных сортов хлеба в кустарных печах — тандырах и создать промышленные печи для облегчения тяжелого труда. В этой связи И.И. Маклюков в 1937 г. был направлен в кавказские республики, где провел исследования процесса выпечки национальных сортов хлеба в Грузии, Азербайджане и Армении. Эта работа была опубликована в 1938 г. На основании результатов этих исследований были разработаны конструкции промышленных хлебопекарных печей для выпечки национальных сортов хлеба. В этом же году была **опубликована впервые предложенная И.И. Маклюковым «Методика составления теплового баланса пекарной камеры». Работа послужила дальнейшим совершенствованием методики расчета печей.**

В 1938 г. заведующим ФТЛ вновь стал профессор Н.И. Краснопецев. Под его руководством была разработана серия печей различного назначения:

□ ФТЛ-5 (автор Н.И. Краснопецев) — конструкция создана на базе печи ФТЛ-2, в которой автор пытался выяснить эффективность различных способов регулирования тепловода для возможности расширения ассортимента выпекаемых изделий;

□ ФТЛ-6 (авторы Н.И. Краснопецев, И.И. Маклюков, А.А. Иванов, Л.К. Толмачев) — печь для выпечки национальных сортов хлеба;

□ ФТЛ-7 (авторы Н.И. Краснопецев, И.И. Маклюков, А.А. Иванов, Л.К. Толмачев) — печь с конвейером типа беличьего колеса, производительностью 3 т/сут.;

□ ФТЛ-8 (авторы Н.И. Краснопецев, Л.К. Толмачев) — печь с тоннельной пекарной камерой и канальной системой обогрева производительностью 11–12 т/сут.;

□ ФТЛ-9 (автор И.И. Маклюков) — экспериментальная электрическая печь, разработанная с целью проведения работ по изучению технологических и физико-технических процессов при выпечке хлеба;

□ ФТЛ-10 (автор И.И. Маклюков) — печь для выпечки тонкого лаваша;

□ ФТЛ-11 (автор В.В. Нащокин) — печь для выпечки национальных сортов хлеба.

Физико-техническая лаборатория в 1936 г. получает задание разработать массовую печь средней мощности взамен печей с канальным обогревом и печей с трубками Перкинса в габаритах печи «ХР». В 1937 г. Н.И. Краснопецевым, В.Н. Лавровым была разработана конвейерная печь ФТЛ-2 с канальной системой обогрева и универсальной топкой

В 1938 г. И.И. Маклюковым и Н.А. Голубевым были проведены исследования работы газовых печей и газогенераторов голландской фирмы «Ден Бур» в г. Ленинграде. Были проведены теплотехнические испытания роторной печи с рециркуляцией продуктов сгорания марки «ХПИ», которую разработало КБ «Союзпродмашины». Первые конструкции печей с рециркуляцией газа не получили распространения в то время по причинам: отсутствовала методика те-

плового расчета таких печей, и они были несовершенны, печи изготавливали кирпичные и обладали большой тепловой инерцией, в этих печах применяли твердое топливо (прим. — преимущество печей с рециркуляцией продуктов сгорания заключалось в том, что они в Германии, в США изготавливались из металла и имели небольшую тепловую инерцию. Время разогрева составляло 2–3 часа, а кирпичные печи 20–24 часа, и поэтому могли применяться при односторонней работе завода. В таких печах в качестве топлива можно было применять только газовое или жидкое).

В Москве провели теплотехнические испытания американской люлечной-подиковой печи фирмы «Универсаль-Овен Компани».

В 1939 г. выполнены следующие конструкторские работы:

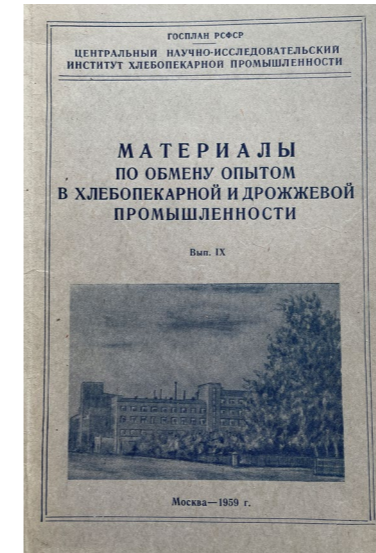
□ ФТЛ-12 (автор Н.И. Краснопецев) — печь для выпечки кондитерских мучных изделий.

□ ФТЛ-14 (авторы Н.И. Краснопецев и Л.К. Толмачев) — печь для выпечки баранок;

□ ФТЛ-15 (автор Н.И. Краснопецев) — печь с обогревом паром низкого давления.

Проведены дальнейшие экспериментальные исследования работы трубок Перкинса — И.И. Маклюковым и И.В. Кузнецовым. Выявлены максимально допустимые тепловые нагрузки на их топочные концы при различной длине и уклонах трубок.

В 1939 г. в состав ФТЛ вошел Н.В. Беликов, ранее работавший на хлебозаводе № 4 в Москве. Директором ВНИИХПа стал А.Н. Романов (1938–1952).



В предвоенный 1940 год перед институтом была поставлена задача разработки сушилок для армейских сухарей. Под руководством Н.И. Краснопецева разрабатывали сушилки П.А. Баумштейн и И.В. Щелкалин.

Конструктором В. М. Воротниковым разработана печь для предприятий небольшой мощности — ФТЛ-16 из деталей печи ФТЛ-2.

Анализ результатов испытаний 16 моделей печей ФТЛ показал, что лишь некоторые конструкции оказались удачными (например, печь ФТЛ-2), большинство же конструкций не позволяло выпекать широкий ассортимент изделий хорошего качества (либо только формовой хлеб, либо батоны). Некоторые конструкции печей были ненадежны, особенно с применением трубок Перкинса. В связи с этим Н.И. Краснопецевым была сделана попытка обобщения и создания теоретических основ проектирования хлебопекарных печей. Свои предложения он опубликовал в журнале «Хлебопекарная промышленность» № № 6, 9, 10 1940 г.: «Основные положения при анализе и проектировании пекарных камер конвейерных хлебопекарных печей», «Расчет процесса выпечки», «Основные вопросы расчета и конструирования печей».

В этих работах было уделено большое внимание влиянию конфигурации пекарной камеры и ее подгазосливного пространства, а также размещению обогревательных каналов для снижения естественной

вентиляции. Однако рекомендации по проектированию хлебопекарных печей ввиду недостаточных экспериментальных данных носили предположительный характер.

В связи с началом войны в 1941 г. все исследовательские работы в ФТЛ были временно прекращены. Физико-техническая лаборатория получила задание в короткие сроки создать походные хлебопекарные печи для армии. Такие же задачи стали решать и в Механической лаборатории ВНИИХПа. В 1942 г. в ФТЛ было разработано несколько конструкций печей для армии: ФТЛ-П1 — походная печь на прицепе (авторы: Н.И. Краснопецев, В.Н. Лавров, Л.К. Толмачев, Н.В. Беликов). Эта печь оказалась простой и надежной. В ней выпекали формовой хлеб хорошего качества.

Кроме этой печи были разработаны печи: двухъярусная печь со стационарным подом производительностью 5,5 т/сут. (автор Н.И. Краснопецев), печь марки ФТЛ-Т производительностью 2,5–3 т/сут. (автор Л.К. Толмачев). Кроме создания печей для армии Н.И. Краснопецев работал над совершенствованием конструкции печи ФТЛ-2. В 1943–1946 гг. работа в ФТЛ проводилась в четырех направлениях: Совершенствование печей для войскового хлебопечения. Была создана печь ФТЛ-П2 — модификация печи ФТЛ-П1, и усовершенствована печь ФТЛ-3 (создано две модификации печи ФТЛ-3 (отличие заключалось в различном размещении трубок Перкинса в зонах обогрева).

1. Создание новых печей: ФТЛ-Ж (авторы Н.И. Краснопецев и Л.К. Толмачев) и шлюзчатая печь (автор В.Н. Лавров).

2. Проведение теплотехнических испытаний печей.

3. Возобновление научно-исследовательских работ.

Чем была вызвана необходимость возобновления научных исследований? Опыт проектирования хлебопекарных печей различного назначения и испытания их опытных образцов показал, что отсутствует научно обоснованная методика проектирования, позволяющая рассчитывать и спроектировать печь с заранее заданными возможностями выпекать необходимый ассортимент хлебобулочных изделий хорошего качества. В связи с этим Н.И. Краснопецев сформулировал основные направления исследований: изучить теплофизические закономерности прогрева теста-хлеба при выпечке и уточнить методику расчета процесса теплообмена для некоторых конструктивных форм теплоотдающих элементов. Эту работу под руководством Н.И. Краснопецева провели Н.В. Беликов, В.Н. Лавров, Л.К. Толмачев. Позднее, Н.В. Беликов и Л.К. Толмачев по материалам проведенных исследований защитили кандидатские диссертации.

В 1947–1955 гг. продолжались работы по созданию новых хлебопекарных печей и по проведению исследовательских работ.

Продолжение следует...

DOI: 10.37443/2073-3569-2022-1-4-20-25
УДК 579.6

Перспективы лиофилизации заквасочных дрожжей для оптимизации сроков годности стартовых композиций для разных видов заквасок. Состояние вопроса.

Локачук М.Н.

Савкина О.А., канд. техн. наук

Павловская Е.Н.

Кузнецова Л.И., д-р техн. наук

Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ «НИИХП»

В настоящее время для выведения заквасок по различным технологическим схемам на хлебопекарных предприятиях страны широко применяются комплекты чистых культур молочнокислых бактерий и дрожжей из коллекции культур микроорганизмов ФГАНУ НИИХП в различных формах — в нативном состоянии в пробирках с солодовым сусликом и на скошенном суслико-агаре, в высушенном виде в форме лактобактерина, представляющего собой лиофильно высушенную биомассу бактерий, и в форме микробных композиций «Вита», «Грантум», в которых заквасочные микроорганизмы иммобилизованы на носителях из продуктов переработки круп. Наиболее широкое применение находят комплекты, включающие сухой лактобактерин и чистые культуры дрожжей на скошенном суслико-агаре. Сухой лактобактерин для разных видов заквасок имеет срок годности 12 месяцев. Дрожжи, входящие в комплект, имеют более короткий срок хранения, поскольку находятся в нативном виде в активной форме.

Попытки получить сухую культуру заквасочных дрожжей были предприняты в Санкт-Петербургском филиале научно-исследовательского института хлебопекарной промышленности еще в 1980-х годах, когда разрабатывался сухой лактобактерин.

Однако исследования показали, что метод лиофилизации оказался непригодным на тот момент для дрожжей вида *S. minor* Чернореченский, приводя к 100% гибели клеток. Что касается расы дрожжей *S. cerevisiae* ЛСЗ (Ленинградская сухая заквасочная), наибольшей жизнеспособностью обладают лиофилизированные дрожжи с остаточной влажностью 4,2%, обработанные перед сушкой инертным газом, с внесением в среду реактивации глюкозы или сахарозы. Однако в процессе лиофилизации происходит частичная инактивация ферментов зимазного комплекса, что вызывает серьезное ухудшение подъемной силы [1].

В связи с этим разработка технологии получения лиофилизатов заквасочных дрожжей видов *S. cerevisiae* и *C. milleri* (устаревшее *S. minor*) остается весьма актуальной.

В настоящее время лиофилизации дрожжей посвящено достаточно большое количество отечественных и зарубежных публикаций.

Высушивание из замороженного состояния (лиофилизация, сублимационное высушивание, замораживание-высушивание, молекулярная сушка) — широко распространенный способ высушивания биоматериалов из замороженного состояния, при котором вода испаряется в условиях вакуума без оттаивания льда, что позволяет полностью сохранять первичную структуру объекта сушки [2, 3].

Данный метод в настоящее время широко используется для хранения многих видов микроорганизмов в коллекциях. При его использовании многие физиологически разнородные виды бактерий и бактериофаги удается сохранять в жизнеспособном состоянии 30 лет и более. Для этого высушенные клетки должны быть защищены от действия влаги, света, кислорода. Этот метод позволяет сохра-

нить морфологические, биохимические, антигенные и вирулентные свойства лиофилизированных микроорганизмов. По лиофилизации микробных культур и биопрепаратов в настоящее время имеются многочисленные разработки и публикации [2].

Процесс лиофилизации состоит из предварительного замораживания препарата при температуре ниже эвтектических значений, первичного высушивания, вторичного высушивания (досушивания), укупорки ампул (флаконов) с высушенным препаратом. Повреждения клеток, включая летальные, могут происходить на каждом этапе сублимационного высушивания и при хранении. Для сохранения исходных свойств препаратов или высокой жизнеспособности микроорганизмов в процессе сушки используют различные защитные среды.

Несмотря на то что лиофилизация позволяет сохранять бактерии в течение длительного времени в жизнеспособном состоянии, сам процесс консервации сопряжен с действием на клетку комплекса повреждающих физико-химических факторов. Низкие температуры, обезвоживание, осмотический стресс, изменения pH растворов способны вызывать повреждение клеточных компонентов — мембран, белков, нуклеиновых кислот. Остановка метаболических процессов в высушенных клетках делает их незащищенными от окислительных реакций при хранении. Применение специальных защитных сред для лиофилизации снижает вероятность повреждений, включая летальные, увеличивает гарантированный срок хранения

бактерий. Подбор защитных сред обычно проводят эмпирически [4].

Американская коллекция типовых культур ATCC (American Type Culture Collection) достигла длительной сохраняемости физиологически различных бактерий, применяя в качестве криопротекторов либо 20% снятое молоко, либо 12% раствор сахарозы. В стерильных условиях собирают клетки, выросшие на поверхности агара, смывая их 20% обезжиренным молоком. Клетки, выращенные в жидкой культуре, отделяют в стерильных условиях центрифугированием, затем суспендируют осадок в стерильном молоке, чтобы получилась суспензия, содержащая по меньшей мере 10^6 клеток/мл. Эту же процедуру применяют и в том случае, когда в качестве криопротектора используется сахароза. В качестве криопротекторов также используют пептон (0,1–10%), декстран (10%), сахарозу, лактозу или трегалозу (10%), натрия глутамат (5%), лошадиную сыворотку, дефибринированную кровь, плазму, инозит и другие вещества. Одной из наиболее популярных комплексных защитных сред является сахарозо-желатиновый агар. В каждую ампулу в зависимости от ее объема наливают от 0,1 до 1 мл суспензии клеток, затем закрывают ватной пробкой и подравнивают ее ножницами. После приготовления суспензии ее следует разлить по ампулам как можно быстрее. Интервал между разливом и процессом лиофилизации должен быть сведен до минимума, чтобы избежать осаждения клеток и других изменений в культуре. Вставляют ватные пробки на глубину приблизительно 1,3 см ниже края ампулы и обжигают их верхнюю часть, чтобы убрать лишние волокна ваты [2, 3, 5].

Во Всероссийской коллекции культур микроорганизмов ВКМ для лиофилизации культур мицелиальных грибов используют натуральное снятое молоко, сепарированное три раза, или сухое молоко для бактериологических целей (Difco, США) в концентрации 10%. Для культур бактерий, включая актиномицеты, и дрожжей используют либо сахарозо-желатиновый агар (СЖА) (10% сахарозы, 1,5% желатина, 0,1% агар-агара в дистиллированной воде), либо натуральное снятое молоко, сепарированное три раза, или сухое молоко для бактериологических целей (Difco, США) в концентрации 10% [6].

В немецкой национальной коллекции микроорганизмов и клеточных культур

(DSMZ) в качестве защитной среды для лиофилизации бактерий используют снятое молоко. Относительно времени сохранения жизнеспособности лиофилизированных бактерий в различных публикациях указаны сроки от 5 до 35 лет. Для лиофилизации дрожжей в DSMZ в качестве защитных используют среды состава: «лошадиная сыворотка + 7,5% глюкозы» или «10% снятое молоко с 10% трегалозы и 10% глутамата натрия» [7].

Многолетние исследования, проведенные в МГУ имени М.В. Ломоносова, показывают возможность сохранения лиофилизированных бактерий и дрожжей в течение 50 лет. Лучшую выживаемость бактерий обеспечивала защитная среда «1% желатина + 10% сахарозы». Однако в экспериментах с лактобациллами лучшие результаты были получены при использовании защитной среды «снятое молоко + 7% глюкозы», что, вероятно, связано с особенностями молочнокислых бактерий. Так, через 35 лет хранения титр клеток *Lactobacillus pentosus* составлял $1,8 \times 10^7$ КОЕ/ампула. Проведенные исследования показали, что дрожжи плохо переносят лиофилизацию. Так, сразу после лиофилизации дрожжей рода *Candida* в ампулах оставалось невысокое содержание жизнеспособных клеток 10^5 [9].

Известно, что из всех групп микроорганизмов лучше переносят лиофилизацию бактериальные формы. По устойчивости к сушке бактерии подразделяют на три группы: очень стойкие, такие как представители родов *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Brevibacterium*, *Corynebacterium*, *Lactobacillus*, *Salmonella*, *Bacillus* и т.д. их жизнеспособность после сушки обычно составляет 70–100%; устойчивые в умеренной степени с выживаемостью не менее 70%, например представители родов *Brucella*, *Salmonella*, *Serratia*, *Pseudomonas*; чувствительные к высушиванию — некоторые представители родов *Spirochete*, *Methylobacter*, *Methylococcus*. Длительными сроками хранения 33–36 лет отличаются роды *Aspergillus*, *Fusarium*, *Citromyces*, *Acetobacter*, *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Mycobacterium* и др. Дрожжи отличаются меньшей устойчивостью [2, 8].

Помимо индивидуальной и групповой чувствительности к высушиванию сохраняемость бактерий в процессе обезвоживания и последующего хранения зависит от ряда факторов: возраста культуры, условий культивирования, состава питательной среды для выращивания, режима

и способа лиофилизации, стабилизирующей среды, величины остаточной влажности, условий хранения и т.д. Вид и род микроорганизмов в значительной степени влияют на их устойчивость в процессе высушивания, и даже отдельные штаммы одного вида имеют иногда различную выживаемость после лиофилизации. Известно, что грамположительные бактерии более резистентны к обезвоживанию, чем грамотрицательные [9].

На устойчивость к высушиванию влияет возраст культуры, так очень молодые и очень старые культуры проявляют худшую выживаемость. Например, количество жизнеспособных клеток *Lactobacillus rhamnosus*, лиофилизированных в стационарной фазе, было выше (выживаемость составляла 31–50%) по сравнению с культурой, находившейся в логарифмической (14%) и лаг-фазе (2%) [10].

Следующим важным фактором являются условия культивирования бактерий. Так, выращивание при пониженной температуре способствует тому, что микроорганизмы становятся более чувствительными к высушиванию, а аэрация культур большинства видов аэробных микроорганизмов увеличивает их устойчивость к такому воздействию [9].

При изучении пивных и хлебопекарных дрожжей вида *S. cerevisiae* установлена корреляция между криорезистентностью и кислотностью среды.

Хотя при pH 4,2 клетки растут быстрее, их жизнеспособность после лиофилизации минимальна. Наблюдается повышение выживаемости в среднем на 10–25% при pH 5,4 по сравнению с наиболее низким изученным значением pH 3,0 [8].

Виды *S. cerevisiae* обычно культивируют в температурном диапазоне 25–28 °C [11]. Установлено, что при снижении температуры культивирования дрожжей с 30 до 15 °C наблюдается увеличение резистентности клеток [2].

В то же время и условия хранения лиофилизированной культуры в значительной мере влияют на жизнеспособность бактерий. По мере снижения значимости влияния на выживаемость микроорганизмов факторы условий хранения можно расположить в следующем порядке: температура хранения, остаточная влажность препарата, суспензионная среда, газовая среда, наличие света [9].

Для хранения дрожжевых грибов в Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов используются методы

субкультивирования на агаризованных средах под слоем вазелинового масла, лиофилизации и криоконсервации. Известно, что микроорганизмы наиболее устойчивы к замораживанию и высушиванию в стационарной фазе роста, однако, по литературным данным, крупноклеточные дрожжи рода *Saccharomyces* плохо переносят лиофилизацию, поэтому сублимационное высушивание дрожжевых культур *Saccharomyces cerevisiae* БИМ Y-56, БИМ Y-177, БИМ Y-178 и БИМ Y-182 авторы проводили как в стационарной фазе роста, так и на стадии спорообразования. Клетки в стационарной фазе роста получали после трех суток культивирования на сусло-агаре. Для получения спорулирующей культуры использовали среду Городковой. Лيوфилизацию культур производили на сублимационной установке MODULO-4K фирмы Edwards. В качестве протектора использовали сахарозо-желатиновую среду (10%-й раствор сахарозы с 1,5% желатины и 0,1% агар-агара). Количество жизнеспособных клеток дрожжей определяли методом предельных разведений перед и после лиофилизации, а также через 1, 2, 5 и 8 лет хранения культур. Авторами было установлено, что количество жизнеспособных клеток у всех штаммов сахаромикетов, лиофилизированных на стадии спорообразования, было значительно выше по сравнению с культурами, находившимися в стационарной фазе роста, независимо от сроков хранения как через сутки после сублимационного высушивания, так и после 8 лет хранения. Полученные данные свидетельствуют о целесообразности лиофилизации дрожжей рода *Saccharomyces* в стадии спорообразования. Такой способ обеспечивает высокую степень выживаемости клеток и не изменяет физиологические и биохимические свойства культуры [12].

В исследованиях Бытыр Л.М. с соавторами были исследованы четыре штамма дрожжей: штамм хлебных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-11, штамм пивных дрожжей *Saccharomyces carlsbergensis* CNMN-Y-15, штамм дрожжей красного вина *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-20 и штамм дрожжей белого вина *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-21. Штаммы были ресуспендированы в защитной среде, состоящей из обезжиренного молока, быстро заморожены при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и лиофилизированы в сублимационной установке камерного типа фирмы Free Zone Plus. Пробы герметизировали в вакууме

и поддерживались при $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Жизнеспособность дрожжей определяли путем их посева на сусло-агар с последующим подсчетом колоний. Было установлено, что штаммы винных дрожжей *S. cerevisiae* CNMN-Y-20 и *S. cerevisiae* CNMN-Y-21 сохраняли жизнеспособность на уровне образцов до лиофилизации. Результаты же, полученные после одного года хранения дрожжей в лиофилизированном состоянии, показали, что жизнеспособность всех культур снижается: на 18–22% в случае пивных и хлебных дрожжей и на 25–28% в случае винных дрожжей [13].

Цуцаевой А.А. с соавторами было изучено влияние температуры хранения в атмосфере воздуха и некоторых антиоксидантов на количество жизнеспособных лиофилизированных дрожжей. Объектом исследований являлись хлебопекарные дрожжи *S. cerevisiae* расы 608. Лيوфилизацию дрожжей проводили на установке УЗВ-2 (СКТБ с ОП ИПКиК НАН Украины, г. Харьков). Защитная среда состояла из 10% водного раствора мальтозы и 10% сухого обезжиренного молока. В качестве антиоксиданта к среде добавляли тиомочевину. Средняя концентрация клеток в суспензии составляла 1×10^8 кл/мл. Было установлено, что в образцах, лиофилизированных с тиомочевинной, во все сроки наблюдения количество жизнеспособных клеток было достоверно выше, чем в образцах, лиофилизированных без тиомочевинной. Была показана целесообразность использования антиоксидантов в защитных средах перед лиофилизацией и при хранении лиофилизированных образцов при температуре выше $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. При более низких температурах ингибируются основные биологические процессы, что позволяет сохранять количество жизнеспособных клеток в течение года на исходном уровне в образцах лиофилизированных дрожжей, содержащих тиомочевину и без нее [14].

Известно, что дрожжи хуже переносят лиофилизацию, чем бактерии. Значительная часть дрожжей погибает при лиофилизации, жизнеспособными остаются лишь 1–30% клеток, однако оставшихся клеток достаточно для поддержания культуры в коллекции. Дрожжи лучше переносят хранение в жидком азоте, чем лиофилизацию. Но хранение в жидком азоте имеет ряд недостатков, например, опасность аварийного размораживания, невозможность пересылки культур по почте. Поэтому считают, что лиофилизация

более надежна. В Немецкой коллекции микроорганизмов и клеточных культур DSMZ лиофилизированные дрожжи сохраняли жизнеспособность в течение 30 лет, при этом их свойства изменялись очень незначительно [7].

В Национальной коллекции дрожжевых культур (NCYC; Великобритания) культуры дрожжей находятся на длительном хранении двумя способами: лиофилизацией в стеклянных ампулах и в атмосфере жидкого азота с использованием глицерина в качестве криопротектора. Лيوфилизация является общепринятым методом хранения дрожжей, имеющим преимущества, заключающиеся в обеспечении долговечности и генетической стабильности, а также пригодности для легкой почтовой рассылки культур в стеклянных ампулах по всему миру. Тем не менее сохранение с помощью лиофилизации, как правило, гораздо более трудоемко, чем хранение в жидком азоте, и требует более высокого уровня квалификации персонала для получения качественного продукта. Жизнеспособность штаммов, как правило, низкая, обычно от 1 до 30% по сравнению с $>30\%$ у дрожжей, хранящихся в жидком азоте. Существует также несколько родов дрожжей, в том числе *Lipomyces*, *Leucosporidium* и *Rhodospiridium*, которые имеют особенно низкий уровень выживаемости и часто не могут быть успешно высушены стандартным методом. Использование трегалозы в качестве протектора при лиофилизации некоторых родов дрожжей позволяет получить большее количество жизнеспособных клеток [15].

В работе L. Diniz-Mendes с соавторами были сопоставлены два метода сохранения интактных дрожжевых клеток вида *Saccharomyces cerevisiae*: замораживание и лиофилизация. Установлено, что интактные дрожжевые клетки оказались менее устойчивыми к сублимационной сушке, чем к замораживанию. Выживаемость при обоих вариантах воздействия может быть повышена за счет добавления экзогенной трегалозы (10%) во время замораживания и лиофилизации или за счет комбинации двух процедур: предварительной выдержки клеток при $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 60 минут и добавления трегалозы. Максимальный уровень выживаемости после замораживания через 28 дней составлял $71,5 \pm 6,3\%$, тогда как после лиофилизации только $25,0 \pm 1,4\%$, в том случае, если обоим низкотемпературным воздействи-

ям предшествовало воздействие тепла и добавление трегалозы к дрожжевым клеткам. Повышенная выживаемость была также получена, когда предварительная обработка дрожжевых клеток проводилась при $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 3 часов с добавлением трегалозы. Установлено, что как мягкое воздействие холодом, так и воздействие теплового шока могли повысить устойчивость клеток к низкой температуре, но только тепловая обработка была способна увеличить накопленные внутриклеточной трегалозы, тогда как при воздействии холодового шока внутриклеточное количество трегалозы оставалось неизменным. Уровни внутриклеточной трегалозы, по-видимому, были не единственным фактором, влияющими на толерантность клеток к замораживанию и лиофильной сушке, однако защита, которую этот сахар обеспечивает клеткам, может быть обеспечена только в том случае, если он находится на обеих сторонах плазматической мембраны [16].

Y. Miyamoto-Shinohara с соавторами была проанализирована выживаемость различных видов микроорганизмов при хранении в течение 20 лет. Микроорганизмы лиофилизировали, запаивали в ампулы под вакуумом ($<1\text{ Па}$) и хранили в защищенном от света месте при температуре $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* продемонстрировали только 8% выживаемости при восстановлении вскоре после лиофилизации, но последующая гибель во время хранения была наименьшей среди всех испытанных микроорганизмов. Уменьшение логарифма выживаемости за год (логарифм выживаемости) составило $-0,010$, что соответствует выживаемости 97,7%. Исследуемые грамотрицательные бактерии *Escherichia coli*, *Pseudomonas putida* и *Enterobacter cloacae* продемонстрировали 42,6, 33,5 и 50,8% выживаемости вскоре после лиофилизации, однако при дальнейшем хранении происходила более значительная потеря жизнеспособных клеток по сравнению с дрожжами вида *S. cerevisiae*, логарифмические показатели выживаемости составляли $-0,041$, $-0,058$ и $-0,073$ в год. Эти значения соответствуют показателям жизнеспособности 91,0, 87,5 и 84,5%. Изученные грамположительные бактерии *Lactobacillus acidophilus* и *Enterococcus faecium* показали выживаемость 62,5 и 85,2% вскоре после сушки, что было даже выше, чем у грамотрицательных видов, и эти организмы также сохраняли лучшую жизне-

способность при хранении. Сравнение этих результатов с другими опубликованными данными для различных условий сушки позволили авторам предположить, что сохранение жизнеспособности клеток при хранении сильно зависит от степени вакуума, при котором ампулы были запа-яны [17].

В нескольких исследованиях сообщалось о совместном действии защитных компонентов для лиофилизации дрожжей. Было установлено, что применение обезжиренного молока вместе с добавками, среди которых трегалоза, мед, натрий глутамат или раффиноза, увеличивали жизнеспособность клеток *S. cerevisiae* с 30% до 96–98%, если скорость охлаждения составляла $3\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ [18].

Недавно S. Guowei с соавторами были оптимизированы концентрации лактозы, трегалозы и глутамата натрия в качестве протекторов, что позволило увеличить выживаемость пробиотических дрожжей *Saccharomyces boulardii* до 64%, количество жизнеспособных клеток при этом составляло $9,5 \cdot 10^9$ КОЕ/г [19].

В частности, комбинация 15% обезжиренного молока, 10% мальтозы и 10% мальтита поддерживала выживаемость дрожжей *S. cerevisiae* 88–4 на уровне 80% в течение шести месяцев хранения в холодильнике. Повышенная сохраняемость клеток может быть связана с тем фактом, что три вида добавок защищают дрожжевые клетки с помощью различных механизмов, таким образом, проявляя синергетический эффект [20].

Из проведенного обзора можно сделать вывод о сохранении высокого количества жизнеспособных клеток дрожжей вида *S. cerevisiae* после лиофилизации и в процессе хранения при правильном подборе защитной среды и режимов сушки и хранения.

Для дрожжей *Candida sake* наилучшие результаты были получены при использовании защитных сред следующего состава 10% снятое молоко с 5% или 10% глюкозы, 10% фруктозы, 10% сахарозы, 5% лактозы и 10% лактозы (30–40% жизнеспособности). Было показано, что при использовании одних и тех же защитных сред жизнеспособность клеток *C. sake* была ниже, чем у дрожжей вида *S. cerevisiae*. Клетки *C. sake* оказались гораздо более чувствительными к сублимационной сушке, чем *S. cerevisiae*. Комбинации 10% снятого молока и 5% или 10% трегалозы плохо защищали клетки *C. sake*,

жизнеспособность составляла всего 19% и 29% соответственно. Однако предыдущие исследования для дрожжей вида *S. cerevisiae* показали высокую жизнеспособность 74% и 96% при использовании тех же защитных сред [20].

Была исследована жизнеспособность дрожжей *Yarrowia lipolytica* P116a, *Candida famata* M11a, *C. kefir* P111b, *C. sphaerica* F117a, которые являются стартовыми микроорганизмами для производства сыра. Оценено влияние параметров процесса и криопротекторов на выживаемость клеток и стабильность ростовых характеристик. Из трех проанализированных протоколов процесс с трехэтапной сушкой при температурах $-38\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ приводил к лучшему результату. Использование поликомпонентных протекторов (обезжиренное молоко — трегалоза, обезжиренное молоко-глутамат натрия или обезжиренное молоко — трегалоза — глутамат натрия) обеспечивало значительно более высокую жизнеспособность всех исследуемых штаммов дрожжей как сразу после сушки, так и через 12 месяцев хранения по сравнению с моносоединениями. Жизнеспособность клеток штаммов дрожжей сразу после лиофилизации находилась в пределах 74–80% и была относительно стабильной при хранении в течение года, за исключением *C. famata* [21].

Заквасочные дрожжи *Kazachstania exigua* (ранее *S. exiguus*) относятся к прихотливым микроорганизмам и не выживают в процессе лиофилизации, поэтому для инокуляции заквасок необходимо использовать культуральную жидкость в нативном виде. Сообщается, что подбор условий культивирования и защитных сред не увеличивали выживаемость клеток [22]. Заквасочные дрожжи видов *C. humilis*, *C. milleri* и *K. exigua* относятся в настоящее время к одному кладу *Kazachstania*, поэтому можно предположить, что дрожжи вида *C. milleri* также не выживают в процессе лиофилизации.

Получение лиофилизатов промышленных штаммов дрожжей для хлебопекарной промышленности, используемых для обеспечения производственного процесса приготовления хлеба, в сочетании с сухим лактобактерином является актуальной задачей. Применение стартеров, в которых молочнокислые бактерии и дрожжи находятся в одном физиологическом состоянии, позволило бы оптимизировать разводочный цикл заквасок

путем более быстро достижения необходимого соотношения дрожжей и молочнокислых бактерий. Процесс лиофилизации дрожжей, связанный с возможным повреждением клеток или даже их гибелью, требует оптимизации и подбора параметров сушки, защитных сред, условий хранения, учета видовых и штаммовых особенностей культур дрожжей с целью обеспечения высокой выживаемости клеток после сушки и в процессе хранения. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьева, О.В. Микробиология хлебопекарного производства/О.В. Афанасьева; С.-Петер. Фил. Гос. НИИ хлебопекар. Пром-ти (СПб Ф ГосНИИХП). — СПб.: Береста, 2003. — 220 с.
2. Похиленко, В.Д. Методы длительного хранения коллекционных культур микроорганизмов и тенденции развития [Текст]/В.Д. Похиленко, А.М. Баранов, К.В. Детушев//Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. — 2009. — № 4 (12). — С. 99–121.
3. Методы общей бактериологии [Текст]/под ред. Ф. Герхардта. В 3 т. Т. 3.-М.: Мир, 1983. — 535 с.
4. Грачева, И.В. Механизмы повреждений бактерий при лиофилизации и протективное действие защитных сред/И.В. Грачева, А.В. Осин//Проблемы особо опасных инфекций. — 2016.-№ 3.- С. 5–12. DOI: 10.21055/0370-1069-2016-3-5-12
5. Сафронова, В.И. Методы консервации коллекционных культур микроорганизмов [Текст]: методические рекомендации/В.И. Сафронова, Ю.С. Оследкин, О.В. Свиридова, Н.И. Воробьев.-Спб.: ГНУ ВНИИСХМ, 2007.- 32 с.
6. Стандартная операционная процедура по лиофилизации культур ВКМ с использованием разных режимов первичной и вторичной сушки разных таксономических групп [Текст]: институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина РАН.-Пушино, 2011. — 6 с.
7. Куплетская, М.Б. Жизнеспособность лиофилизированных микроорганизмов после 50 лет хранения/М.Б. Куплетская, А.И. Нетрусов//Микробиология. — 2011, том 80. — № 6.- С. 842–846.
8. Tsonka Uzunova-Doneva. Anabiosis and conservation of microorganisms/Tsonka Uzunova-Doneva, T. Donev//Journal of Culture Collections. — 2005. — № 4. — P.17–28.
9. Охупкина, В.Ю. Методы поддержания микробных культур. Часть 2. Лиофилизация/В.Ю. Охупкина//Теоретическая и прикладная экология. — 2009. — № 4. — С. 21–32.
10. Morgan, C A Preservation of microorganisms by drying: A review/C A Morgan, N Herman, P A White [et.al.]. — 2006. — № 66 (2). — P.183–93. doi: 10.1016/j.mimet.2006.02.017.
11. Chin, Y.W. Combinatorial Effects of Protective Agents on Survival Rate of the Yeast Starter, *Saccharomyces cerevisiae*

- 88–4, after Freeze-Drying/YW Chin, S. Lee, HH Yu [et.al.]//Microorganisms. — 2021. — № 9 (3). — P.613. https://doi.org/10.3390/microorganisms9030613
12. Кантерова, А.В. Лиофилизация дрожжевых грибов рода *Saccharomyces*/А.В. Кантерова//Проблемы криобиологии. — 2008. — Т. 18, № 2. — С. 213.
13. Батыр, Л.М. Влияние лиофилизации на жизнеспособность и биохимический состав дрожжей/Батыр Л.М., Сланина В.А., Цуркан О.П.//Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции, OPEN INNOVATION, Пенза, 23 апреля 2019 года, С. 17–19.
14. Цуцаева, А.А. Влияние состава защитных сред и температуры хранения на сохранность лиофилизированных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*/А.А. Цуцаева, Л.М. Бальбердина, Н.В. Павленко//Проблемы криобиологии. — 2004. — № 1. — С. 50–54.
15. Chris J. Bond. Cryopreservation and Freeze-Drying Protocols Cryopreservation of Yeast Cultures, 1995, p. 39–47. DOI: 10.1385/0-89603-296-5:39
16. Diniz-Mendes L. Preservation of frozen yeast cells by trehalose/L. Diniz-Mendes, E. Bernardes, P S de Araujo [et.al.]//Biotechnol Bioeng. — 1999. — № 65 (5). — P. 572–8.
17. Miyamoto-Shinohara Y. Survival curves for microbial species stored by freeze-drying/Y. Miyamoto-Shinohara, J. Sukenobe, T. Imaizumi [et.al.]//Cryobiology. — 2006. — № 52 (1). — P. 27–32. doi: 10.1016/j.cryobiol.2005.09.002.
18. Berny, J.F. Viability and stability of yeast cells and filamentous fungus spores during freeze-drying: Effects of protectants and cooling rates/J.F. Berny, G. Hennebert//Mycologia. — 1991. — № 83. — P. 805–815.
19. Guowei, S. Comprehensive optimization of composite cryoprotectant for *Saccharomyces boulardii* during freeze-drying and evaluation of its storage stability/S. Guowei, X. Yang, C. Li [et.al.]//Prep. Biochem. Biotechnol. — 2019. — № 49. — P. 846–857.
20. Abadias, M. Effect of freeze drying and protectants on viability of the biocontrol yeast *Candida sake*/M. Abadias, A. Benabarre, N. Teixido [et.al.]//International Journal of Food Microbiology. — 2001. — № 65. — P.173–182.
21. Polomska, X. Freeze-Drying Preservation of Yeast Adjunct Cultures for Cheese Production/X. Polomska, M. Wojtatowicz, B. Zarowska [et.al.]//Pol. J. Food Nutr. Sci. — 2012. — V.62, No. 3. — P. 143–150. DOI: 10.2478/v10222-011-0045-1
22. Handbook of Dough Fermentations/edited by K. Kulp, K. Lorenz, CRC Press, 2003. — 328 p.

REFERENCES

1. Afanas'eva, O.V. Mikrobiologiya hlebopekarnogo proizvodstva [Microbiology of bakery production]/O.V. Afanas'eva; S. – Peter. Fil. Gos. NII hlebopekar. Prom-ti (SPb F GosNIHHP). — SPb.: Beresta, 2003. — 220 s.
2. Pohilenko, V.D. Metody dlitel'nogo hraneniya kollekcionnykh kul'tur mikroorganizmov i tendencii razvitiya [Methods for long-term storage of collection cultures of

- microorganisms and development trends]/V.D. Pohilenko, A.M. Baranov, K.V. Detushev//Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Povolzhskij region. Medicinskie nauki. — 2009. — № 4 (12). — S. 99–121.
3. Metody obshchej bakteriologii [Methods of general bacteriology]/pod red. F. Gerhardta. V 3 t. T.3.— М.: Мир, 1983. — 535 s.
4. Gracheva, I.V. Mekhanizmy povrezhdenij bakterij pri liofilizacii i protektivnoe dejstvie zashchitnykh sred [Mechanisms of Damaging Bacteria during Lyophilization and Protective Activity of Shielding Media]/I.V. Gracheva, A.V. Osin//Problemy osobo opasnykh infekcij. — 2016.-№ 3.- S.5–12. DOI: 10.21055/0370-1069-2016-3-5-12
5. Safronova, V.I. Metody konservacii kollekcionnykh kul'tur mikroorganizmov [Methods of conservation of collection cultures of microorganisms]: metodicheskie rekomendacii/V.I. Safronova, YU.S. Osledkin, O.V. Sviridova, N.I. Vorob'ev.-Spb.: GNU VNIISKHM, 2007.- 32 s.
6. Standartnaya operacionnaya procedura po liofilizacii kul'tur VKM s ispol'zovaniem raznykh rezhimov pervichnoj i vtorichnoj sushki raznykh taksonomicheskikh grupp [Tekst]: institut biohimii i fiziologii mikroorganizmov im. G.K. Skryabina RAN.-Pushchino, 2011. — 6 s.
7. Kupletskaya, M.B. Zhiznesposobnost' liofilizirovannykh mikroorganizmov posle 50 let hraneniya [viability of lyophilized microorganisms after 50-year storage]/M.B. Kupletskaya, A.I. Netrusov//Mikrobiologiya. — 2011, tom 80. — № 6. — S. 842–846.
8. Tsonka Uzunova-Doneva. Anabiosis and conservation of microorganisms/Tsonka Uzunova-Doneva, T. Donev//Journal of Culture Collections. — 2005.-№ 4. — P.17–28.
9. Ohapkina, V.YU. Metody podderzhaniya mikrobnykh kul'tur. Chast' 2. Liofilizaciya [Methods of storage microbial cultures. Part 2 Lyophilization]/V. YU. Ohapkina//Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya. — 2009.- № 4.-S.21–32.
10. Morgan, C A Preservation of microorganisms by drying: A review/C A Morgan, N Herman, P A White [et.al.]. —2006.- № 66 (2). — P.183–93. doi: 10.1016/j.mimet.2006.02.017.
11. Chin, Y.W. Combinatorial Effects of Protective Agents on Survival Rate of the Yeast Starter, *Saccharomyces cerevisiae* 88–4, after Freeze-Drying/YW Chin, S. Lee, HH Yu [et.al.]//Microorganisms. — 2021.-№ 9 (3). — P.613. https://doi.org/10.3390/microorganisms9030613
12. Kanterova, A.V. Liofilizaciya drozhzhevyyh gribov roda *Saccharomyces* [Freeze-Drying of *Saccharomyces* Yeast Fungij]/A.V. Kanterova//Problemy kriobiologii. — 2008. — Т.18, № 2. — С. 213.
13. Batyr, L.M. Vliyaniye liofilizacii na zhiznesposobnost' i biohimicheskij sostav drozhzhej [The effect of lyophilization on viability and biochemical composition of yeast]/Batyr L.M., Slanina V.A., Curkan O.P.//Sbornik statej VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, OPEN INNOVATION, Penza, 23 aprelya 2019 goda, S.17–19.

14. Cucaeva, A.A. Vliyaniye sostava zashchitnykh sred i temperatury hraneniya na sohrannost' liofilizirovannykh drozhzhej *Saccharomyces cerevisiae* [Influence of Protective Media Composition and Storage Temperature on Frozen-Dried *Saccharomyces cerevisiae* Yeast Survival]/A.A. Cucaeva, L.M. Balyberdina, N.V. Pavlenko//Problemy kriobiologii. — 2004.- № 1. — S.50–54.
15. Chris J. Bond. Cryopreservation and Freeze-Drying Protocols Cryopreservation of Yeast Cultures, 1995, p. 39–47. DOI: 10.1385/0-89603-296-5:39
16. Diniz-Mendes L. Preservation of frozen yeast cells by trehalose/L. Diniz-Mendes, E. Bernardes, P S de Araujo [et.

- al.]//Biotechnol Bioeng. — 1999. — № 65 (5). — P. 572–8.
17. Miyamoto-Shinohara Y. Survival curves for microbial species stored by freeze-drying/Y. Miyamoto-Shinohara, J. Sukenobe, T. Imaizumi [et.al.]//Cryobiology. — 2006. — № 52 (1). — P. 27–32. doi: 10.1016/j.cryobiol.2005.09.002.
18. Berny, J.F. Viability and stability of yeast cells and filamentous fungus spores during freeze-drying: Effects of protectants and cooling rates/J.F. Berny, G. Hennebert//Mycologia. — 1991. — № 83. — P. 805–815.
19. Guowei, S. Comprehensive optimization of composite cryoprotectant for *Saccharomyces boulardii* during freeze-drying and evaluation

- of its storage stability/S. Guowei, X. Yang, C. Li [et.al.]//Prep. Biochem. Biotechnol. — 2019. — № 49. — P. 846–857.
20. Abadias, M. Effect of freeze drying and protectants on viability of the biocontrol yeast *Candida sake*/M. Abadias, A. Benabarre, N. Teixido [et.al.]//International Journal of Food Microbiology. — 2001. — № 65. — P.173–182.
21. Polomska, X. Freeze-Drying Preservation of Yeast Adjunct Cultures for Cheese Production/X. Polomska, M. Wojtatowicz, B. Zarowska [et.al.]//Pol. J. Food Nutr. Sci. — 2012. — V.62, No. 3. — P. 143–150. DOI: 10.2478/v10222-011-0045-1
22. Handbook of Dough Fermentations/edited by K. Kulp, K. Lorenz, CRC Press, 2003. — 328p.

Перспективы лиофилизации заквасочных дрожжей для оптимизации сроков годности стартовых композиций для разных видов заквасок. Состояние вопроса.

Ключевые слова: лиофилизация, дрожжи, защитные среды, жизнеспособность

Реферат

В настоящее время лиофилизация (сублимация) широко применяется в медицинской, ветеринарной практике и пищевой промышленности для длительного сохранения бактерий, вирусов, грибов, диагностических и лечебных биопрепаратов. Для хлебопекарной промышленности получение лиофилизатов промышленноценных штаммов дрожжей видов *S. cerevisiae* и *C. milleri* для выведения ржаных и пшеничных заквасок по разводочному циклу является актуальной задачей. Известно, что из всех групп микроорганизмов лучше переносят лиофилизацию бактериальные формы, а культуры дрожжей отличаются меньшей устойчивостью. В процессе лиофилизации клетки подвергаются действию многих повреждающих физико-химических факторов (низкая температура, кристаллизация воды, обезвоживание, осмотический стресс). Процесс лиофилизации дрожжей, связанный с возможным повреждением клеток или даже их гибелью, требует оптимизации и подбора параметров сушки, защитных сред, условий хранения, учета видовых и штаммовых особенностей культур дрожжей с целью обеспечения высокой выживаемости клеток после сушки и в процессе хранения. Проведенный обзор научной литературы свидетельствует о сохранении высокого количества жизнеспособных клеток дрожжей вида *S. cerevisiae* после лиофилизации и в процессе хранения при правильном подборе защитной среды и режимов сушки и хранения. Дрожжи рода *Candida* являются более чувствительными к сублимационной сушке, чем дрожжи вида *S. cerevisiae*. Показано, что применение поликомпонентных протекторов обеспечивает значительно более высокую жизнеспособность штаммов дрожжей рода *Candida* как сразу после сушки, так и в процессе хранения по сравнению с моносоединениями.

Авторы

Локачук Марина Николаевна
m.lokachuk@gosniihp.ru
Савкина Олеся Александровна, канд. техн. наук
o.savkina@gosniihp.ru
Павловская Елена Николаевна
e.pavlovskaya@gosniihp.ru
Кузнецова Лина Ивановна, д-р техн. наук
l.kuznetcova@gosniihp.ru
Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности, 199608, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, ш. Подбельского, д. 7, Литер А

Prospects for lyophilization of sourdough yeast to optimize the shelf life of starter compositions for different types of sourdough. Issue Status

Keywords: lyophilization, yeast, protective media, viability

Abstract

Currently, lyophilization (sublimation) is widely used in medicine, veterinary and the food industry for the long-term preservation of bacteria, viruses, fungi, diagnostic and therapeutic biological products. Freeze-drying of industrially valuable yeast strains of the species *S. cerevisiae* and *C. milleri* for the rye and wheat sourdoughs preparation according to the breeding cycle is an urgent task for the baking industry. It is known that of all groups of microorganisms, bacterial forms tolerate lyophilization better, while yeast cultures are less resistant. In the process of lyophilization, cells are exposed to many damaging physicochemical factors (low temperature, water crystallization, dehydration, osmotic stress). The process of yeast lyophilization, associated with possible damage to cells or even their death, requires optimization and selection of drying parameters, protective media, storage conditions, taking into account the species and strain characteristics of yeast cultures in order to ensure high cell survival after drying and during storage. The review of the scientific literature indicates the preservation of a high number of viable yeast cells of the species *S. cerevisiae* after lyophilization and during storage with the correct selection of a protective medium and modes of drying and storage. Yeasts of the genus *Candida* are more susceptible to freeze drying than yeasts of the species *S. cerevisiae*. It was shown that the use of multicomponent protectors provides a significantly higher viability of yeast strains of the genus *Candida* both immediately after drying and during storage compared to monocompounds.

Authors

Lokachuk Marina Nikolaevna
m.lokachuk@gosniihp.ru
Savkina Olesya Alexandrovna, Candidate of Technical Sciences
o.savkina@gosniihp.ru
Pavlovskaja Elena Nikolaevna
e.pavlovskaya@gosniihp.ru
Kuznetsova Lina Ivanovna, Doctors of Technical Sciences
l.kuznetcova@gosniihp.ru
St. Petersburg branch Scientific Research Institute for the Baking Industry, 196608, Russia, St. Petersburg, Puschkin, Podbelskogo St, 7

DOI: 10.37443/2073-3569-2022-1-4-26-32
УДК 664.66.022.39

Технология безглютенового хлеба на сброженной заварке

Парахина О.И., канд. техн.наук
Савкина О.А., канд. техн.наук
Кузнецова Л.И., д-р техн.наук
Гаврилова Т.А.
Нутчина М.А.
Фролова Ю.М.

Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ «НИИ хлебопекарной промышленности»

Ассортимент хлебобулочных изделий в России достаточно широк, однако изделия специализированного назначения, в частности для лечебно-диетического и лечебно-профилактического питания, занимают небольшую долю. В ФГАНУ «НИИХП» разработан ряд специализированных видов хлеба для оптимизации и персонализации питания, профилактики алиментарно-зависимых заболеваний. Разработка ассортимента и технологий специализированных хлебобулочных изделий представляет актуальное направление в реализации государственных задач по формированию здорового образа жизни и активного долголетия.

Более двух десятилетий одним из важных направлений исследований института является разработка ассортимента и технологий хлебобулочных изделий для категории потребителей с непереносимостью глютена — целиакией и глютеноассоциированными заболеваниями (аллергией и чувствительностью к глютену), которым очень важно соблюдать жесткую диету, исключая продукты из злаковых культур (пшеницы, ржи, ячменя и овса). Для многих такая диета — сложное испытание, особенно для взрослого населения, поскольку безглютеновые продукты, в частности хлебобулочные изделия, зачастую уступают по потребительским свойствам традиционным из пшеничной и ржаной муки [1, 2]. Усовершенствование органолептических характеристик и пищевой ценности такого вида

хлебобулочных изделий представляет важную задачу.

Известно, что применение биологических заквасок с направленным культивированием микроорганизмов в технологии хлеба является одним из главных инструментов для улучшения физико-химических и органолептических (вкуса и запаха) показателей качества, повышения микробиологической устойчивости и замедления процесса черствения хлеба при хранении [3, 4, 5].

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка биотехнологии безглютенового хлеба на закваске с направленным культивированием микроорганизмов, способствующей улучшению качества и безопасности готовых изделий.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Осахаренные и сброженные заварки (далее закваски) на основе муки из зеленой гречки, хлебобулочные изделия.

Разработка технологии приготовления закваски включала следующие этапы:

- приготовление осахаренной мучной заварки из безглютеновых видов муки;
- заквашивание и сбраживание осахаренной мучной заварки ЧК (чистых культур) МКБ (молочнокислых бактерий) и дрожжей.

Согласно исследованиям, проведенным ранее [6], при приготовлении осахаренной мучной заварки использовали муку из зеленой гречки, в качестве осахаривающих агентов использовали:

— ячменный солод в количестве 5% к массе муки в заварке;

— ферментный препарат глюкаваморин (бактериального происхождения) в дозировке 0,18% к массе завариваемой муки;

— ферментный препарат альфа-лифт (на основе грибовой α-амилазы и ксиланазы) в дозировке 0,36% к массе завариваемой муки.

Заварки готовили традиционным способом путем смешивания муки из зеленой гречки и воды с температурой 95±2 °С при соотношении 1:3 (мука: вода) с последующим внесением осахаривающих агентов: при температуре 63–65°С ячменного солода и альфа-лифта, при температуре 57–58°С глюкаваморина (по рекомендации производителя). Осахаренные в течение двух часов в термостате при температуре 50 °С заварки охлаждали до температуры 30–35 °С и исследовали на содержание редуцирующих сахаров перманганатным методом. В заварках также определяли влажность [7, 8].

Осахаренные заварки с температурой 32–34°С заквашивали чистыми культурами молочнокислых бактерий *L.brevis* E139 и *L.plantarum* E138, которые вносили автономно или в смеси в сочетании с ЧК дрожжей *S.cerevisiae* Y205. Дозировку ЧК МКБ и дрожжей осуществляли в соответствии с ранее проведенными исследованиями [9]. Образцы заквашенных заварок выдерживали при температуре 32–34°С в течение 24 ч.

В производственном цикле к закваске I фазы разводочного цикла добавляли осахаренные заварки

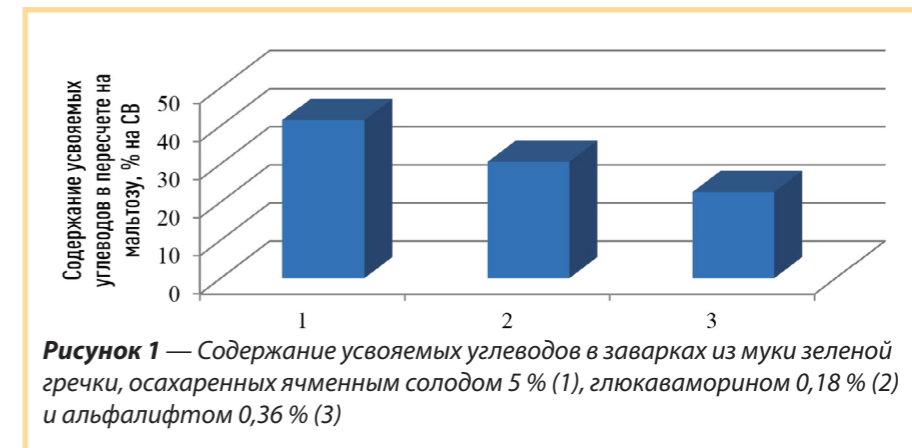
в соотношении 1:3 и выдерживали при температуре 32–34°С в течение 20–24 ч.

Качество заквасок контролировали по показателям влажности, кислотности, содержанию летучих кислот и спирта, которые определяли общепринятыми методами [7, 8].

Определяли количество заквасочных микроорганизмов (дрожжей и МКБ) в соответствии с ГОСТ 10444.12–2013 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов» и с ГОСТ 10444.11–2012 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества мезофильных молочнокислых микроорганизмов».

Для изучения влияния заквасок на качество и безопасность готовых изделий использовали разработанную Санкт-Петербургским филиалом ФГАНУ «НИИ хлебопекарной промышленности» смесь хлебопекарную мучную, состоящую из муки рисовой, муки из зеленой гречки, крахмала кукурузного, крахмала картофельного, псиллиума, гидроксипропилметилцеллюлозы и ксантановой камеди.

Тесто замешивали влажностью 54,5% из смеси хлебопекарной мучной с добавлением соли пищевой, сахара белого, хлебопекарных пресованных дрожжей, растительного масла и воды. При замесе опытного теста с закваской вносили 15% и 20% муки из зеленой гречки от общего ее



количества в тесте. Замешанное тесто формовали на тестовые заготовки массой 270 г, укладывали в формы и расстилали в расстойном шкафу в течение 36–60 мин при температуре 36–38°С и относительной влажности воздуха 75–85%. Расстоявшиеся тестовые заготовки выпекали в увлажненной пекарной камере при 210°С в течение 25 мин с подачей пара в течение 5 с.

В хлебе определяли влажность мякиша, кислотность, пористость, удельный объем общепринятыми методами [7, 8]. Структурно-механические свойства мякиша (общую деформацию мякиша) определяли с помощью автоматизированного пенетрометра Labor (ГДР). Физико-химические показатели определяли через 16 ч после выпечки.

Для качественного выявления глютена использовали иммунохроматографический тест (Хема тест глютен). Во время проведения теста глиадин

связывается специфическими антителами, нанесенными на тест-полоску и на поверхность окрашенных микрочастиц. В результате их взаимодействия образуется комплекс, видимый в форме цветной линии.

При проведении анализа 1 г измельченного мякиша вносили в пробирку для экстракции до первого деления. Затем добавляли в пробирку буфер для образца до отметки «5 мл», тщательно закручивали крышку пробирки и энергично встряхивали в течение 40 с, а затем оставляли пробирку в покое на стол для оседания частиц. С помощью одноразовой пипетки перенесли одну каплю экстракта в пробирку для анализа и встряхивали в течение 5–10 с. Затем в подготовленный образец погружали тест-полоску до метки и держали 5–10 с. Выкладывали полоску горизонтально на чистую поверхность. Считывали результат через 15 мин после погружения полоски в образец.

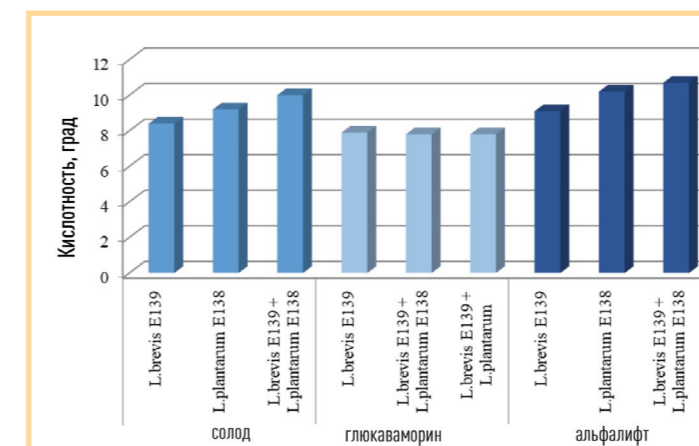


Рисунок 2 — Влияние вида МКБ, способа их внесения и состава питания на кислотонакопление заквасок в конце I фазы разводочного цикла

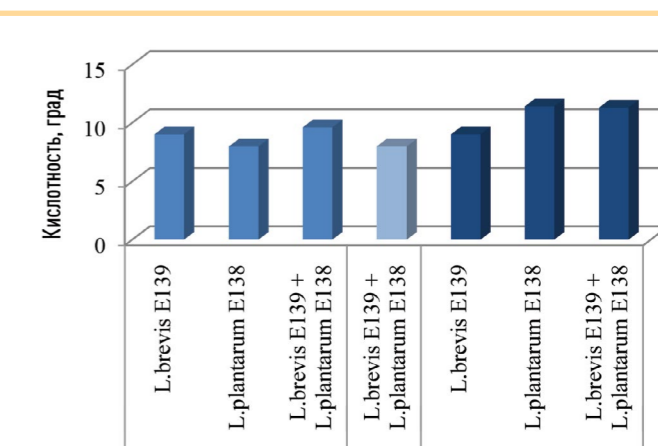


Рисунок 3 — Влияние вида МКБ, способа их внесения и состава питания на кислотонакопление заквасок в конце производственного цикла

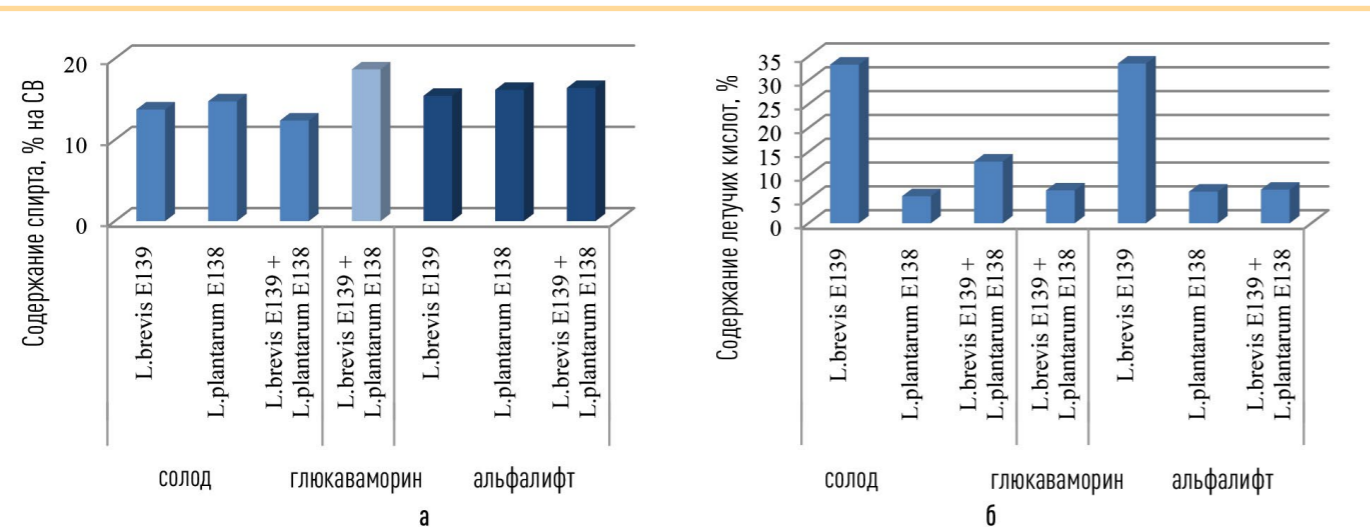


Рисунок 4 — Содержание летучих кислот (а) и спирта (б) в образцах безглютеновых заквасок

Тест считается положительным, если появились две линии на тест-полоске.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание усвояемых углеводов в осахаренной мучной завар-

ке напрямую влияет на развитие микроорганизмов в сброженной (заквашенной) заварке, причем их высокое содержание может оказывать как стимулирующее, так и ингибирующее действие в зависимости

от видовых и штаммовых особенностей. Исследования показали (рисунок 1), что в заварке, осахаренной ферментным препаратом альфаифт в количестве 0,36% к массе муки, содержание усвояемых углеводов

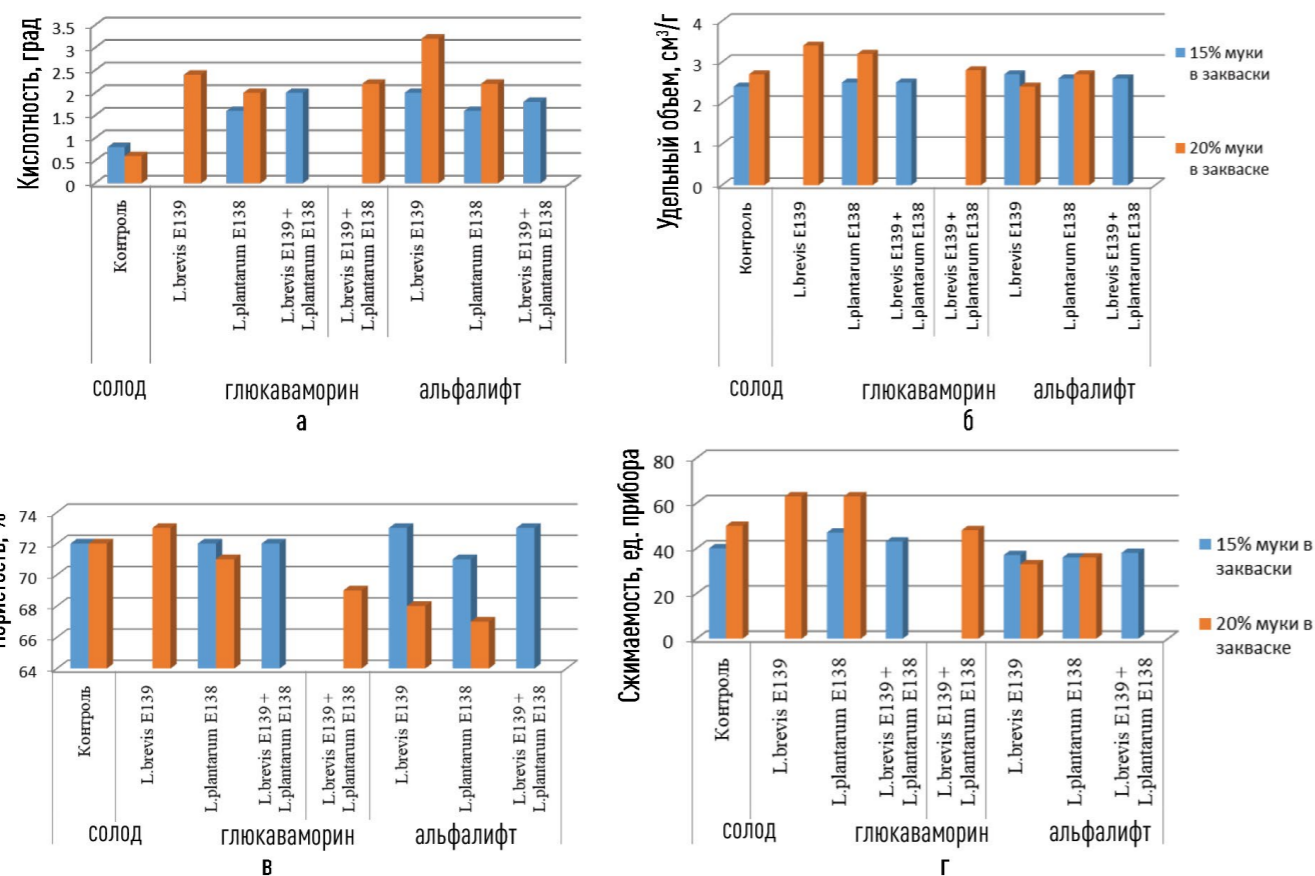


Рисунок 6 — Влияние заквасок на кислотность (а), удельный объем (б), пористость (в), сжимаемость мякиша (г) хлеба

было ниже, чем в образце, осахаренном глюкавамоорином, и в контрольном образце, осахаренном солодом, на 35% и 81% соответственно.

Исследовали влияние молочнокислых бактерий и способа приготовления заварок на биотехнологические свойства заквасок. Через 24 ч брожения кислотность всех образцов колебалась от 7,8 до 10,7 град (рисунок 2). Лучшее кислотонакопление наблюдалось в образцах заквасок на заварках, осахаренных ячменным солодом и альфаифтом, меньшее — осахаренных глюкавамоорином, несмотря на то что в заварке, осахаренной альфаифтом содержалось наименьшее количество сахара (рисунок 1). При этом запах заварок, осахаренных глюкавамоорином, отличался от запаха заквасок на заварках, осахаренных солодом ячменным и альфаифтом, и характеризовался дегустаторами как нехарактерный и неприятный, особенно закваски с монокультурами МКБ *L.brevis E139* и *L.plantarum E138*. В связи с этим данные образцы были исключены из дальнейших исследований.

В производственном цикле через 20–24 ч брожения кислотность заквасок составляла 8,0–11,4 град (рисунок 3). Анализ органолептических показателей, показал, что образцы заквасок, осахаренные солодом и альфаифтом, имели более выраженный заквасочный запах, что подтверждается высоким содержанием в них летучих кислот и спирта (рисунок 4 а, б). Так, в данных образцах заквасок содержание летучих кислот в 2,6–5,9 и 1,1–7,4 раза соответственно было больше по сравнению с остальными образцами.

Проведенные исследования подтверждают, что гомоферментативные виды МКБ образуют до 10% летучих кислот, в то время как гетероферментативные — в 2–3 раза больше, для отдельных штаммов количество кислот варьирует от 13 до 34% (рисунок 4 б).

Образцы заквасок, выведенные на штамме *L.plantarum E138* и на смеси штаммов *L.brevis E139* и *L.plantarum E138*, независимо от способа осахаривания заварки, имели более спиртовой запах, что обусловлено мень-

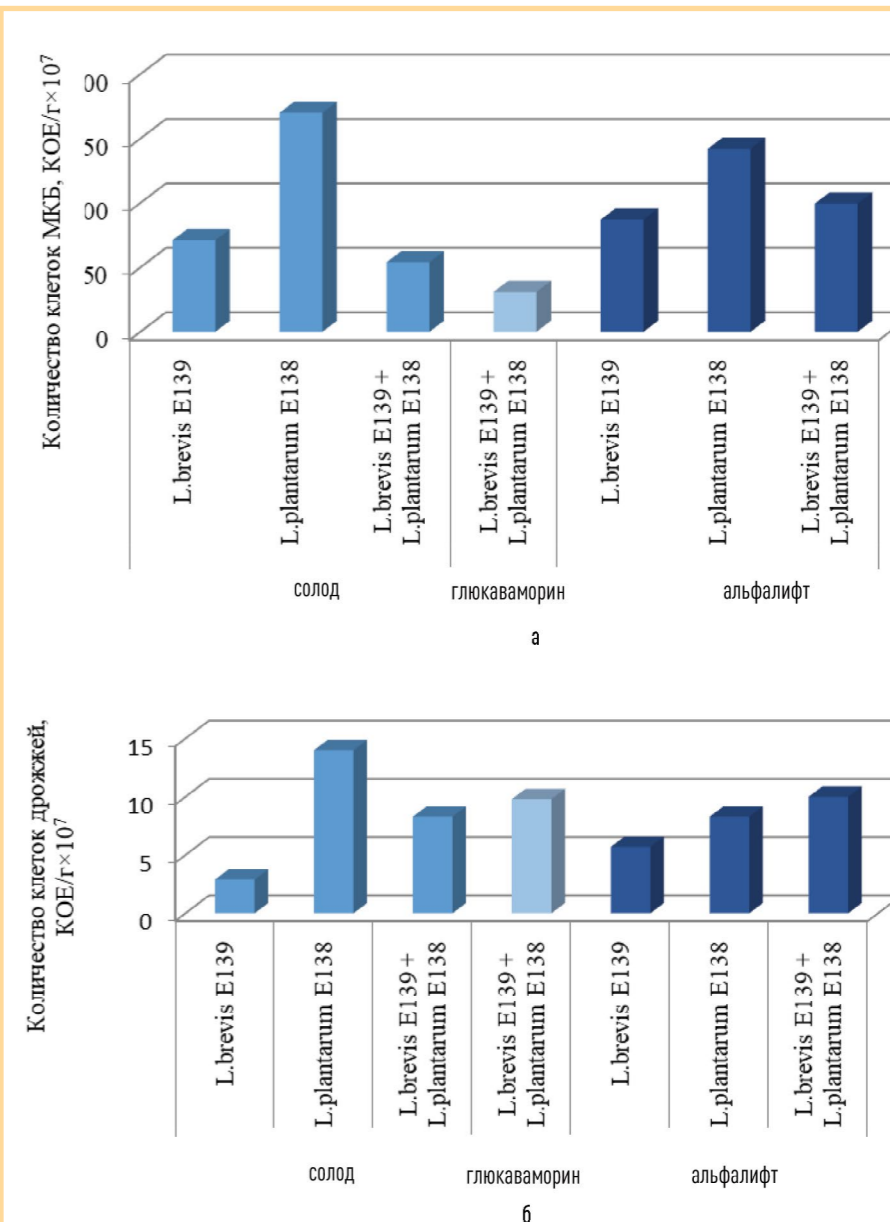


Рисунок 5 — Влияние вида МКБ, способа их внесения и состава питания на содержание МКБ (а) и дрожжей (б) в безглютеновых заквасках

шим содержанием летучих кислот (рисунок 4 а) и высоким содержанием спирта (рисунок 4 б).

Изучение содержания количества микроорганизмов (лактобацилл и дрожжей) в образцах заквасок показало (рисунок 5 а, б), что при использовании облигатно гетероферментативного штамма *L.brevis E139* при заквашивании количество МКБ и дрожжей было в 2–3 раза меньше, при этом летучих кислот содержалось в 3–6 раз больше (рисунок 4 а, б), чем в заквасках с использованием гомоферментативного штамма *L.plantarum E138*,

отличающегося высокой спиртоустойчивостью, выдерживающего концентрацию спирта до 20% [10]. Так, образец заварки, осахаренной ячменным солодом и заквашенной гомоферментативным штаммом *L.plantarum E138*, отличался максимальным содержанием клеток МКБ и дрожжей, что в 1,2–5,5 и 1,4–5,9 раз соответственно было больше по сравнению с остальными образцами, при этом содержание летучих кислот в данном образце было минимальным.

Исследовали влияние заквасок, содержащих 15% и 20% муки из зе-

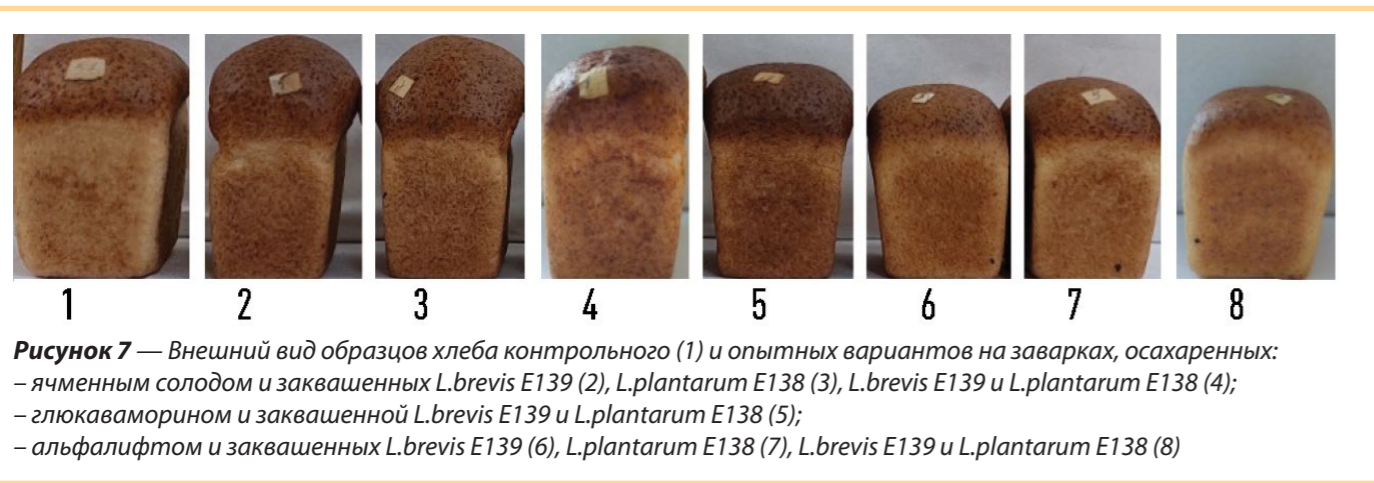


Рисунок 7 — Внешний вид образцов хлеба контрольного (1) и опытных вариантов на заквасках, осахаренных: — ячменным солодом и заквашенных *L.brevis* E139 (2), *L.plantarum* E138 (3), *L.brevis* E139 и *L.plantarum* E138 (4); — глюкававорином и заквашенной *L.brevis* E139 и *L.plantarum* E138 (5); — альфалифтом и заквашенных *L.brevis* E139 (6), *L.plantarum* E138 (7), *L.brevis* E139 и *L.plantarum* E138 (8)

ленной гречки от общего количества смеси хлебопекарной мучной в тесте, на качество хлеба.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Использование заквасок, содержащих 15% и 20% муки из зеленой гречки от общего количества смеси хлебопекарной мучной в тесте, при замесе теста способствует повышению кислотности хлеба в 2–2,5 и 3,3–5,3 раза соответственно по сравнению с контрольным образцом (рисунок 6 а). Использование образцов заквасок, осахаренных ячменным солодом и заквашенных штаммом *L.plantarum* E138 и смесью штаммов *L.brevis* E139 и *L.plantarum* E138, в количестве 20% муки от общего ее количества в тесте, способствовало увеличению удельного объема хлеба, что напрямую коррелирует с показателями сжимаемости мякиша хлеба (рисунок 6 б, г).

Анализ органолептических показателей качества хлеба показал, что все образцы характеризовались ровной, шероховатой верхней коркой темно-коричневого цвета. Пористость мякиша всех образцов хлеба была мелкая равномерная с отдельными крупными порами. При этом образцы хлеба контрольного (1) и опытных вариантов на заквасках, в которых при осахаривании заквасок применяли ячменный солод (2, 3, 4) и глюкаваорин (5), имели грибообразную форму (рисунок 7).

Дегустаторами отмечено улучшение вкусо-ароматических характеристик хлеба на заквасках: запах стал более выраженным со «сдобным оттенком», появилась приятная лег-

кая кислинка у образцов, приготовленных с использованием заквасок в количестве 15% муки, и ярко выраженная кислинка при использовании 20% муки от общего ее количества в тесте по сравнению с контрольным образцом.

Учитывая, что технология безглютеновых заквасок подразумевает использование в качестве осахаривающего агента при приготовлении осахаренной закваски ячменный солод, являющийся токсичным ингредиентом для людей с глютеновыми заболеваниями, проведены исследования по безопасности безглютеновых хлебобулочных изделий. Согласно Техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания» уровень глютена в готовой к употреблению продукции должен составлять не более 20 мг/кг. Качественное определение глютена (глиадина) в образцах хлеба на заквасках с использованием тест-полосок «Хема тест глютен» (рисунок 8) показало, что после погружения тест-полоски в раствор с экстрактом, приготовленным из мякиша образцов хлеба, через 15 мин отлежки проявилась только одна полоска красного цвета, что подтверждает, что хлеб является безглютеновым.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных комплексных исследований разработана технология безглютеновой сброженной закваски (закваски), позволяющая

получить хлеб с улучшенными физико-химическими и органолептическими показателями, безопасный для диетотерапии при целиакии.

Экспериментально обосновано использование ячменного солода или ферментного препарата альфалифт для осахаривания закваски на основе муки из зеленой гречки.

Установлены рациональные технологические параметры безглютеновой закваски в разводочном и производственном циклах: брожение закваски при температуре 32–34°C в течение 24 ч, в производственном цикле — соотношение закваски разводочного цикла: осахаренной закваски — 1:3.

Показано, что использование гетероферментативного штамма *L.brevis* E139 при заквашивании заквасок, осахаренных ячменным солодом и ферментным препаратом альфалифт, приводит к повышению содержания летучих кислот в заквасках, увеличению кислотности хлеба.

Выявлено, что использование при замесе теста закваски на закваске, осахаренной ячменным солодом и заквашенной как гетероферментативным штаммом *L.brevis* E139, так и гомоферментативным штаммом *L.plantarum* E138, обеспечивает получение хлеба с большим удельным объемом и лучшей сжимаемостью мякиша по сравнению с хлебом на закваске, в которой закваска осахаривалась ферментным препаратом альфалифт.

Установлено, что внесение при замесе теста с закваской 15–20% муки из зеленой гречки обеспечивает улучшение вкуса и запаха безглюте-

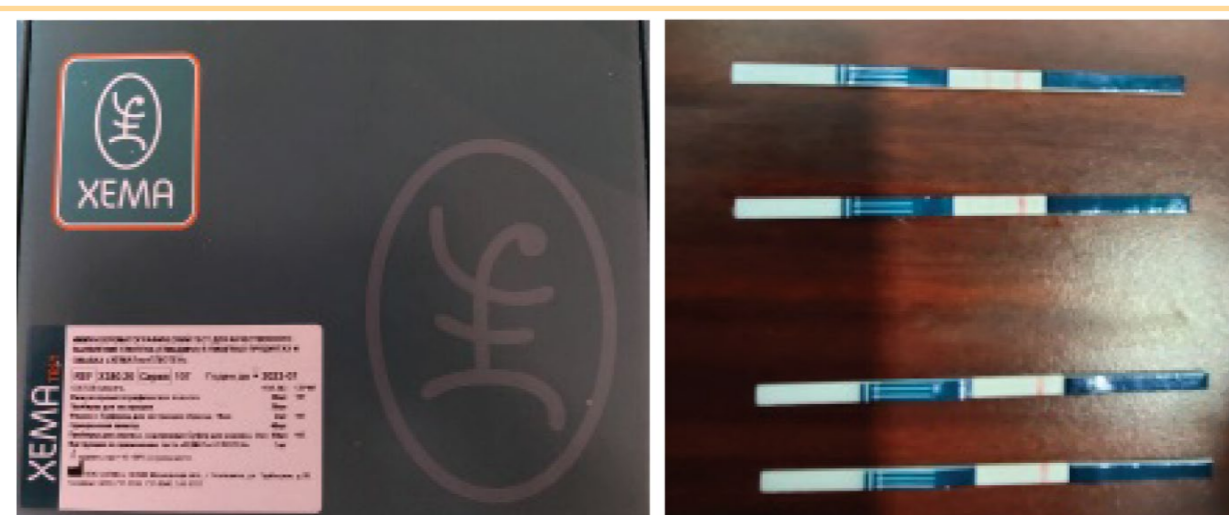


Рисунок 8 — Внешний вид иммунохроматографического теста (Хема тест глютен) безглютенового хлеба

нового хлеба, близкого к сдобным изделиям. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Савкина, О.А. Производство безглютеновых изделий. Состояние и перспективы вопроса/Савкина О.А., Парахина О.И., Кузнецова Л.И., Гаврилова Т.А.//Хлебопродукты — 2019. № 12, С. 40–45.
2. Deora, N.S. Challenges and Potential Solutions in Gluten Free Product Development/Ed. N.S. Deora, A. Deswal, M. Dwivedi//Switzerland: Springer, 2022. — pp. 17–34.
3. Кузнецова, Л.И. Роль биологических заквасок в технологии безглютеновых хлебобулочных изделий/Кузнецова Л.И., Савкина О.А., Дубровская Н.О., Парахина О.И., Гаврилова Т.А.//Хлебопродукты — 2020. № 9 doi:10.32462/0235–2508–2020–29–9–43–47, С. 43–47.
4. Galle, S. Influence of instituts synthesized exopolysaccharides on the quality of gluten-free sorghum sourdough bread/S. Galle, C. Schwab, F. Dal Bello, A. Coffey, M. G. Gänzle, E. K. Arendt//International Journal of Food Microbiology. — 2012. -№ 155 (3). — P. 105–112.
5. Дубровская, Н.О. Способ повышения микробиологической устойчивости безглютенового хлеба/Дубровская Н.О., Кузнецова Л.И., Парахина О.И.//«Хлебопечение России». 2017. № 4. С. 22–24.
6. Парахина, О.И. Разработка технологии безглютеновой термофильной сброженной закваски/Парахина О.И., Кузнецова, Л.И., Савкина О.А., Гаврилова Т.А., Локачук М.Н., Нутчина М.А.//Хлебопечение России — 2022 г, № 2, С. 27–32. DOI: 10.37443/2073–3569–2022–1–2–27–32.

7. Пучкова, Л.И. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий. Часть 1. Технология хлеба/Л.И. Пучкова, Р.Д. Поландова, И.В. Матвеева//СПб: Гиорд. — 2005. — 560 с.
8. Чижова, К.Н. Технохимический контроль хлебопекарного производства/К.Н. Чижова, Т.И. Шкваркина, Н.В. Запенина и др.– М.: Пищевая промышленность, 1975. — 479 с.
9. Parakhina, O. Evaluation of selected lactic acid bacteria as starter cultures for gluten-free sourdough bread production/O. Parakhina, M. Lokachuk, L. Kuznetsova, O. Savkina, E. Pavlovskaya and T. Gavrilova.// Agronomy Research 2021. 19 (S3), P.1260–1272.
10. Афанасьева, О.В. Микробиология хлебопекарного производства/О.В. Афанасьева; С.-Петерб. фил. Гос. науч.-исслед. ин-та хлебопекар. пром-сти (СПб ФосНИИХП). — СПб.: Береста, 2003 (ИПК ООО «Береста»). — 220 с.

REFERENCES

1. Savkina, O.A. Manufacture of gluten-free products. State and prospects of the issue / Savkina O.A., Parakhina O.I., Kuznetsova L.I., Gavrilova T.A. // Bakery products — 2019. No. 12, pp. 40-45.
2. Deora, N.S. Challenges and Potential Solutions in Gluten Free Product Development /Ed. N.S. Deora, A. Deswal, M. Dwivedi// Switzerland: Springer, 2022.— P. 17–34.
3. Kuznetsova, L.I. The role of biological starters in the technology of gluten-free bakery products / Kuznetsova L.I., Savkina O.A., Dubrovskaya N.O., Parakhina O.I., Gavrilova T.A. // Bakery products — 2020. No. 9 doi: 10.32462/0235-2508-2020-29-9-43-47, P. 43-47.

4. Galle, S. Influence of instituts synthesized exopolysaccharides on the quality of gluten-free sorghum sourdough bread / S.Galle, C. Schwab, F. Dal Bello, A. Coffey, M. G. Gänzle, E. K. Arendt // International Journal of Food Microbiology. — 2012. -№ 155 (3). — P. 105–112.
5. Dubrovskaya, N.O. A method for increasing the microbiological stability of gluten-free bread / Dubrovskaya N.O., Kuznetsova L.I., Parakhina O.I.// Bakery of Russia. 2017. No. 4. S. 22-24.
6. Parakhina, O.I. Development of technology for gluten-free thermophilic fermented starter / Parakhina O.I., Kuznetsova, L.I., Savkina O.A., Gavrilova T.A., Lokachuk M.N., Nutchina M.A. // Bakery of Russia — 2022, No. 2, pp. 27-32. DOI: 10.37443/2073-3569-2022-1-2-27-32.
7. Puchkova, L. I. Technology of bread, confectionery and pasta. Part 1. Technology of bread / L. I. Puchkova, R. D. Polandova, I. V. Matveeva // St. Petersburg: Giord.P. — 2005. — 560 p.
8. Chizhova, K.N. Technochemical control of bakery production /K.N. Chizhova, T.I. Shkvarkina, N.V. Zapenina and others – M.: Food industry, 1975. — 479 p.
9. Parakhina, O. Evaluation of selected lactic acid bacteria as starter cultures for gluten-free sourdough bread production / O. Parakhina, M. Lokachuk, L. Kuznetsova, O. Savkina, E. Pavlovskaya and T. Gavrilova. // Agronomy Research 2021. 19(S3), P.1260–1272.
10. Afanas'eva, O.V. Microbiology of bakery production / O.V. Afanasiev; St. Petersburg. Phil. State. scientific research in-ta baker. prom-sti (St. Petersburg F GosNIIKHP). — St. Petersburg: Beresta, 2003 (IPK ООО «Beresta»). — 220 s.

Технология безглютенового хлеба на сброженной заварке

Technology of gluten-free bread with fermented brewing

Ключевые слова: безглютеновые хлебобулочные изделия, биотехнология, сброженная заварка, молочнокислые бактерии, дрожжи.

Key words: gluten-free bread, biotechnology, sourdough, lactic acid bacteria, yeast.

Реферат

Статья посвящена разработке биотехнологии сброженной заварки на основе новых высокоактивных штаммов молочнокислых бактерий и дрожжей для производства безглютеновых хлебобулочных изделий. Исследования проводились в Санкт-Петербургском филиале ФГАНУ «НИИ хлебопекарной промышленности» в рамках темы госзадания № 0593–2019–0008 «Разработать теоретические основы создания композитных смесей для хлебобулочных изделий с использованием физических методов воздействия, обеспечивающих однородность, стабильность смесей и биодоступность нутриентов, для оптимизации рационов питания населения России». Объектами исследования являлись осахаренные и сброженные заварки на основе муки из зеленой гречки, хлебобулочные изделия. Представлены экспериментальные данные по разработке технологии сброженных заварок, подбору технологических параметров (температуры, продолжительности брожения, соотношения выброженной закваски и питательной смеси) приготовления сброженных заварок в развочном и производственном циклах. Исследовано влияние сброженных заварок на физико-химические, органолептические показатели качества готовых изделий и их безопасность. Установлено увеличение содержания летучих кислот в сброженных заварках и кислотности готовых изделий при использовании заварок, заквашенных гетероферментативным штаммом *L.brevis* E139, заквашенных гетероферментативным штаммом *L.brevis* E139. Показано, что хлебобулочные изделия, приготовленные с использованием заварки, осахаренной ячменным солодом и сброженной как гетероферментативным штаммом *L.brevis* E139, так и гомоферментативным штаммом *L.plantarum* T138, отличаются большим удельным объемом и лучшей сжимаемостью мякиша по сравнению с хлебобулочными изделиями с использованием заквасок на основе заварки, осахаренной ферментным препаратом альфалифт. В результате проведенных исследований разработана биотехнология сброженной заварки, позволяющей получить безглютеновые хлебобулочные изделия с повышенными физико-химическими, органолептическими показателями качества и безопасностью для диетотерапии при целиакии.

Abstract

The article is devoted to the development of fermented brewing (sourdough) biotechnology based on new highly active strains of lactic acid bacteria and yeast for the production of gluten-free bakery products. The studies were carried out at the St. Petersburg branch of the Federal State Scientific Institution Research Institute of the Baking Industry within the framework of the state task No. 0593–2019–0008 “To develop the theoretical foundations for creating composite mixtures for bakery products using physical methods of influence that ensure the homogeneity, stability of mixtures and bioavailability of nutrients, to optimize diets population of Russia. The objects of the study were semi-finished products (scalded flour, gluten-free sourdough) and bread. Experimental data on the development of sourdough technology, the research of technological parameters (temperature, fermentation duration, the ratio of fermented starter and nutrient mixture) for the preparation of a sourdough in breeding and production cycles are presented. The influence of the sourdough on the physico-chemical, organoleptic quality indicators of finished products and their safety has been studied. An increase in the content of volatile acids in starters and the acidity of bread made with sourdough on heterofermentative strain *L.brevis* E139 was established. It is shown that bread made using sourdough based saccharified water-flour mixture with barley malt, fermented by both the heterofermentative strain *L.brevis* E139 and the homofermentative strain *L. plantarum* T138, are distinguished by a large specific volume and compressibility of the crumb compared to bread made using sourdough with Alfalift. As a result of the research, a biotechnology of gluten-free fermented brewing (sourdough) was developed, which makes it possible to obtain gluten-free bakery products with high physical, chemical, organoleptic quality indicators and safety for diet therapy in celiac disease.

Авторы

Парахина Ольга Ивановна, канд. техн. наук
o.parakhina@gosniihp.ru
Савкина Олеся Александровна, канд. техн. наук
o.savkina@gosniihp.ru
Кузнецова Лина Ивановна, д-р техн. наук
l.kuznetcova@gosniihp.ru
Локачук Марина Николаевна
m.lokachuk@gosniihp.ru
Гаврилова Тамара Анатольевна
info-spb@gosniihp.ru
Нутчина Мария Арнольдовна
m.nutchina@gosniihp.ru
Фролова Юлия Михайловна
u.frolova@gosniihp.ru
Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ «НИИ хлебопекарной промышленности», 199608, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, ш. Подбельского, д. 7, Литер А

Authors

Parakhina Olga Ivanovna, Candidate of Technical Sciences
o.parakhina@gosniihp.ru
Savkina Olesya Alexandrovna, Candidate of Technical Sciences
o.savkina@gosniihp.ru
Kuznetsova Lina Ivanovna, Doctors of Technical Sciences
l.kuznetcova@gosniihp.ru
Lokachuk Marina Nikolaevna
m.lokachuk@gosniihp.ru
Gavrilova Tamara Anatolevna
info-spb@gosniihp.ru
Nutchina Maria Arnoldovna
m.nutchina@gosniihp.ru
Frolova Yulia Mihailovna
St. Petersburg branch Scientific Research Institute for the Baking Industry, 196608, Russia, St. Peterburg, Puschkin, Podbelskogo St,7

DOI: 10.37443/2073-3569-2022-1-4-33-39
УДК 664.661.3

Влияния солодовых продуктов отечественного и зарубежного производства на качество хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки

Карабинская Ю.И.¹
Морозова Е.В.²
Тюрина И.А.¹, канд. техн. наук
Балуян Х.А.¹, канд. техн. наук

¹ ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности»;
² ООО «Амадей»

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время целью экономической политики Российской Федерации является внедрение импортозамещения продуктов во все сферы промышленного производства, в том числе в пищевую отрасль. Последние геополитические события и изменения бизнеса в мире позволяют отечественным производителям АПК наращивать объемы производства и заменять часть импортной продукции, которая не всегда соответствует требованиям, предъявляемым к качеству [1, 2, 3].

Хлебобулочные изделия, в частности из смеси муки пшеничной и муки ржаной, занимают особое место в рационе питания человека, являясь продуктом повседневного массового потребления. Такие изделия имеют высокое содержание пищевых волокон, белков, минеральных веществ (фосфора, железа, магния, калия) и витаминов группы В. Их вырабатывают преимущественно с использованием закваски, солода и солодовых продуктов, которые способствуют увеличению срока хранения изделий, улучшению органолептических показателей [4, 5].

На сырьевом рынке Российской Федерации присутствуют различные солодовые продукты (экстракты, сиропы) как отечественного, так и зарубежного производств. Солодовые экстракты применяют в производстве хлебобу-

лочных, макаронных, кондитерских изделий, а также пива и кваса. Хлебопекарная отрасль вырабатывает широкий ассортимент хлебобулочных изделий с применением различных добавок, улучшителей как зарубежного, так и отечественного производства по разным технологическим схемам. В связи с этим возникает необходимость исследования влияния солодовых продуктов отечественного и импортного производств на качество хлебобулочных изделий из смеси муки пшеничной и муки ржаной с применением современных методов исследований [6, 7].

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследование влияния солодовых продуктов отечественного и импортного производства на показатели качества хлебобулочных изделий из смеси муки пшеничной и муки ржаной.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При проведении исследований использовали муку пшеничную хлебопекарную первого сорта (ГОСТ 26574), муку ржаную хлебопекарную обдирную (ГОСТ 7045), дрожжи хлебопекарные прессованные (ГОСТ Р 54731),

Таблица 1
Рецептура хлебобулочных изделий из смеси муки пшеничной и муки ржаной

Наименование сырья полуфабрикатов и показателей процесса	Расход сырья и параметры процесса по стадиям		
	закваска густая ржаная	заварка осахаренная	тесто
Закваска ржаная густая, кг	10,0	-	41,6
Мука в закваске, кг	-	-	25,0
Мука ржаная хлебопекарная обдирная, кг	19,0	15,0	7,0
Мука пшеничная хлебопекарная первого сорта, кг	-	-	53,0
Заварка осахаренная, кг	-	-	вся
Дрожжи прессованные хлебопекарные, кг	-	-	1,0
Соль пищевая, кг	-	-	1,5
Сахар белый, кг	-	-	8,0
Кориандр молотый, кг	-	0,4	-
Вода питьевая, л	12,6	56,0	10,0

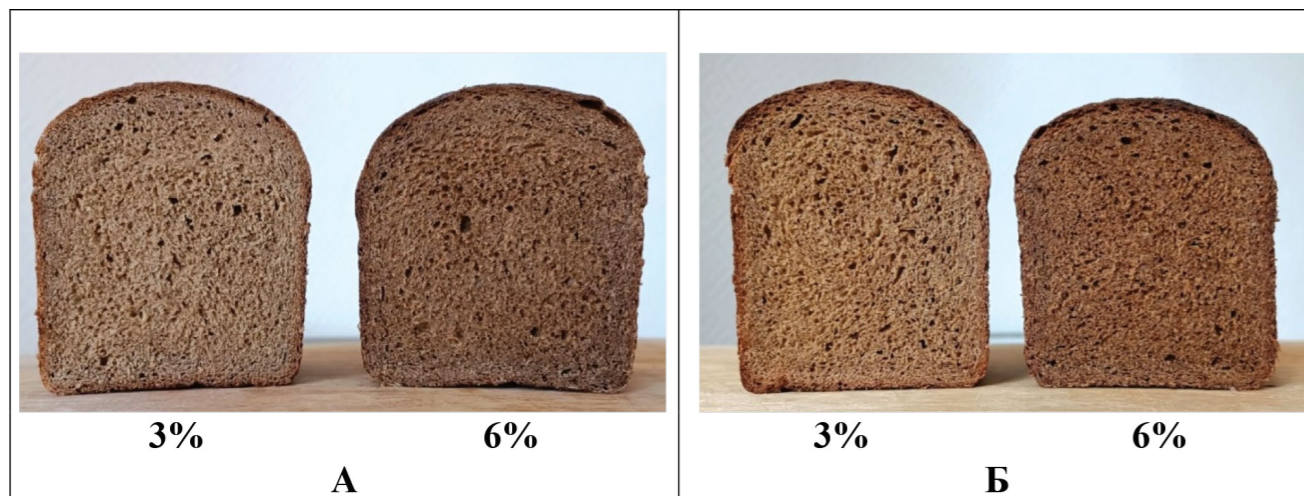


Рисунок 1 — Хлебобулочные изделия из смеси пшеничной и ржаной муки с добавлением сироп-концентрата «Солодей» (А) в количестве 3 и 6 % и экстракта жидкого «Barlex 7208 Extra Dark» (Б) в количестве 3 и 6 %.

Таблица 2
Органолептические показатели качества хлебобулочных изделий из смеси муки пшеничной и муки ржаной

Наименование показателей	Хлебобулочные изделия из смеси муки пшеничной и муки ржаной с добавлением			
	сироп-концентрата «Солодей» в количестве, %		экстракта жидкого «Barlex 7208 Extra Dark» в количестве, %	
	3	6	3	6
Внешний вид: форма	Соответствующая хлебной форме, в которой производилась выпечка, с несколько выпуклой верхней коркой, без боковых выплывов			
поверхность	Шероховатая, без крупных трещин и подрывов			
цвет	Коричневый	Темно-коричневый	Коричневый	Темно-коричневый
Состояние мякиша: цвет	Светло-коричневый	Коричневый	Светло-коричневый	Коричневый
равномерность окраски	Равномерная			
эластичность	Хорошая			
пористость	Развитая, равномерная, без пустот, мякиш немного уплотненный			
пропеченность	Пропеченный, слегка липкий, не влажный на ощупь			
Вкус	Свойственный заварному пшенично-ржаному хлебу, сладковатый	Свойственный заварному пшенично-ржаному хлебу, сладкий	Свойственный заварному пшенично-ржаному хлебу, сладковатый	Свойственный заварному пшенично-ржаному хлебу, сладкий
Запах	Свойственный заварному пшенично-ржаному хлебу, без постороннего запаха, с легким ароматом солода и кориандра			
Хруст	Отсутствие			
Комкуемость при разжевывании	Отсутствие			
Крошковатость	Не крошачийся			

соль пищевую (ГОСТ Р 51574), сахар белый (ГОСТ 33222), воду питьевую (СанПиН 2.1.3684), кориандр молотый (ГОСТ 29055) и два вида солодовых продуктов:
— экстракт жидкий «Barlex 7208 Extra Dark», производства Дании;
— сироп-концентрат «Солодей», производства России.

Хлебобулочные изделия готовили из смеси муки пшеничной и муки ржаной по рецептуре, представленной в таблице 1, с использованием густой ржаной закваски и осахаренной заварки [8] с внесением солодовых продуктов в количестве 3 и 6% к массе муки на этапе замешивания теста. Изделия выработывали массой 0,4 кг.

Анализ качества хлебобулочных изделий проводили через 14–16 ч после выпечки по органолептическим показателям (внешнему виду, цвету корок, эластичности и пропеченности мякиша, состоянию пористости, вкусу, запаху) по ГОСТ 5667; по физико-химическим показателям: кислотность – ГОСТ 5670; влажность – ГОСТ 21094; пористость – по ГОСТ 5669; удельный объем изделий — по ГОСТ 27669.

Твердость мякиша и скорость черствения изделий определяли на приборе — текстуроанализаторе «Структурометр СТ-2» в соответствии с ГОСТ Р 70085–2022 [9].

Цветовые характеристики мякиша изделий определяли с использованием прибора Konica Minolta CR-410 в соответствии с руководством к прибору. Принцип действия трехпозиционного колориметра основывается на измерении коэффициента отражения световых волн от исследуемого образца. В качестве эталона принят белый цвет калибровочной платы к прибору. Человеческий глаз замечает изменения цвета только в случае превышения, так называемого, цветового порога — минимального изменения цвета заметного глазом. Применяемые в современных системах контроля технологии позволяют учитывать данный фактор и определять величину отклонения цвета от оригинала, названную показателем цветовых различий ΔE: $\Delta E = \sqrt{(L - L')^2 + (a - a')^2 + (b - b')^2}$, где L, a, b — цветовые координаты оригинала; L', a', b' — координаты, полученные при измерении исследуемой пробы.

Прибор производит три замера при различных длинах волн, на основании результатов которых вычисляются координаты цвета (L, a, b) в двух различных системах. В модели Lab приняты следующие обозначения:

- L (Lightness) — яркость цвета, измеряется от 0 до 100%;
- a — диапазон цвета по цветовому кругу от зеленого (-120°) до красного (+120°);
- b — диапазон цвета по цветовому кругу от синего (-120°) до желтого (+120°);
- ΔE — показатель цветовых различий.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследовали влияние солодовых продуктов на органолептические и физико-химические показатели качества хлебобулочных изделий, приготовленных из смеси муки пшеничной и муки ржаной.

Органолептические показатели качества хлебобулочных изделий с добавлением сироп-концентрата «Солодей» и экстракта жидкого «Barlex 7208 Extra Dark» приведены в таблице 2. Образцы хлебобулочных изделий с добавлением солодовых продуктов представлены на рисунке 1.

Результаты исследования, представленные в таблице 2 и на рисунке

Таблица 3
Цветовые характеристики мякиша хлебобулочных изделий из смеси муки пшеничной и муки ржаной

Показатели цветовых характеристик мякиша хлебобулочных изделий	Хлебобулочные изделия из смеси пшеничной и ржаной муки с добавлением			
	сироп-концентрата «Солодей» в количестве, %		экстракта жидкого «Barlex 7208 Extra Dark» в количестве, %	
	3	6	3	6
L	52,40	48,64	50,16	47,31
a	5,33	5,16	5,79	5,62
b	10,37	7,75	9,67	7,23
ΔE	32,79	37,06	35,19	38,54

Таблица 4
Физико-химические показатели качества хлебобулочных изделий из смеси муки пшеничной и муки ржаной

Наименование показателей	Хлебобулочные изделия из смеси муки пшеничной и муки ржаной с добавлением			
	сироп-концентрата «Солодей» в количестве, %		экстракта жидкого «Barlex 7208 Extra Dark» в количестве, %	
	3	6	3	6
Влажность, %	42,0	42,0	42,4	42,2
Кислотность, град	5,2	5,3	5,0	5,2
Пористость, %	63,0	63,0	62,0	61,0
Удельный объем, см³/г	1,80	1,80	1,70	1,60

Таблица 5
Влияние сироп-концентрата «Солодей» и экстракта жидкого «Barlex 7208 Extra Dark» на твердость мякиша хлебобулочных изделий из смеси муки пшеничной и муки ржаной

Наименование показателя	Хлебобулочные изделия из смеси муки пшеничной и муки ржаной с добавлением							
	сироп-концентрата «Солодей» в количестве, %				экстракта жидкого «Barlex 7208 Extra Dark» в количестве, %			
	3		6		3		6	
	в процессе хранения, ч							
	24	72	24	72	24	72	24	72
Твердость мякиша, Н	17,04	23,81	16,78	24,62	16,05	23,20	15,05	20,67

1, показали, что хлебобулочные изделия, приготовленные с внесением сироп-концентрата «Солодей» и экстракта жидкого «Barlex 7208 Extra Dark», характеризовались правильной формой, развитой равномерной пористостью, пропеченным, слегка липким мякишем, вкусом и запахом, свойственными заварному пшенично-ржаному хлебу. Отмечено, что изделия с внесением солодовых продуктов в количестве 6% имели более сладкий вкус и темный мякиш по сравнению

с изделиями, приготовленными с исследуемыми ингредиентами в количествах 3%. Также установлено, что изделия с внесением сироп-концентрата «Солодей» при всех дозировках, имели чуть более светлый мякиш по сравнению с изделиями, содержащими экстракт жидкий «Barlex 7208 Extra Dark».

Исследовали влияние солодовых продуктов на цветовые характеристики мякиша хлебобулочных изделий из смеси муки пшеничной и муки ржаной на приборе Konica Minolta CR-410.

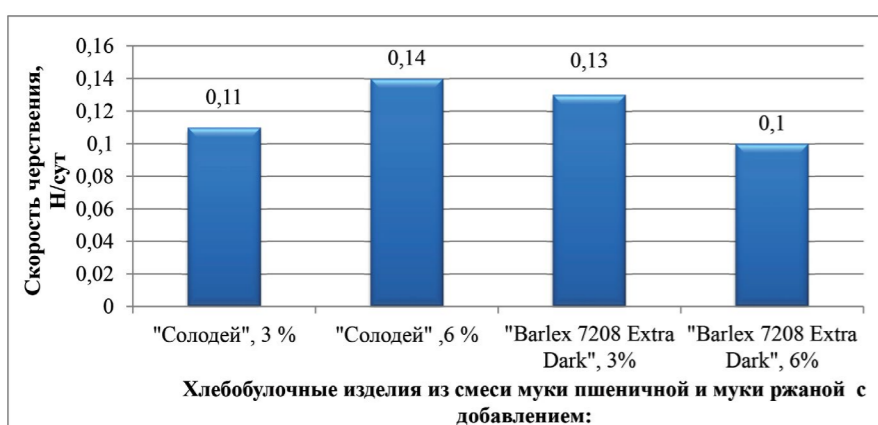


Рисунок 2 — Влияние сироп-концентрата «Солодей» и экстракта жидкого «Barlex 7208 Extra Dark» на скорость черствения хлебобулочных изделий из смеси муки пшеничной и муки ржаной

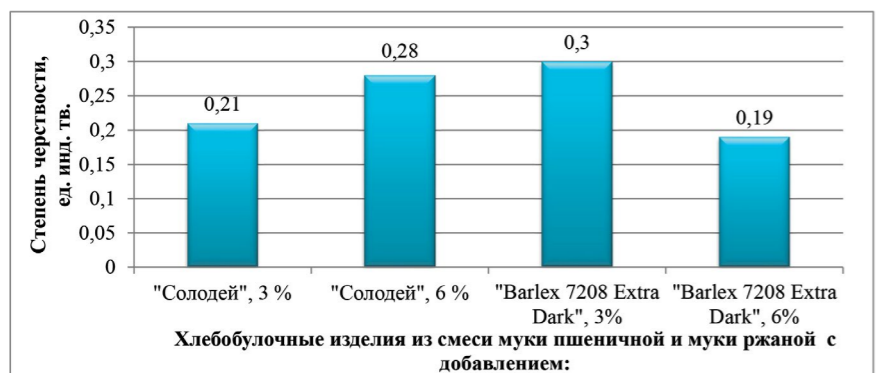


Рисунок 3 — Влияние сироп-концентрата «Солодей» и экстракта жидкого «Barlex 7208 Extra Dark» на степень черствости хлебобулочных изделий из смеси муки пшеничной и муки ржаной

Результаты исследований, представленные в таблице 3, показали, что изделия с внесением сироп-концентрата «Солодей» отличались светлым мякишем по сравнению с изделиями, изготовленными с экстрактом жидким «Barlex 7208 Extra Dark», что было отмечено при органолептической оценке изделий.

Результаты исследования физико-химических показателей качества хлебобулочных изделий представлены в таблице 4.

Согласно данным таблицы 4, внесение солодовых продуктов не оказывало существенного влияния на удельный объём изделий, влажность, кислотность и пористость мякиша. При этом объём хлебобулочных изделий с внесением сироп-концентрата «Солодей» в количестве 3% и 6% был

большим на 9,7% и 15,4%, соответственно, по сравнению с изделиями, изготовленными с экстрактом жидким «Barlex 7208 Extra Dark» в тех же дозировках.

Потребительские и вкусовые качества хлебобулочных изделий в процессе хранения снижаются, что обусловлено процессами черствения и усыхания. Исследовано влияние сироп-концентрата «Солодей» и экстракта жидкого «Barlex 7208 Extra Dark» на изменение степени черствости, твердости мякиша и скорости черствения изделий из смеси муки пшеничной и муки ржаной в процессе хранения. Результаты исследований твердости мякиша, проведенные на приборе «Структурометр СТ-2», представлены в таблице 5.

Результаты исследований, представленные в таблице 5, показали, что

наименьший показатель твердости мякиша отмечался через 72 часа хранения хлебобулочных изделий с добавлением экстракта жидкого «Barlex 7208 Extra Dark» в количестве 3% и 6% к массе смеси муки пшеничной и муки ржаной.

Результаты исследований степени черствости и скорости черствения изделий из смеси муки пшеничной и муки ржаной в процессе хранения представлены на рисунках 2 и 3.

Установлено, что наименьшая скорость черствения отмечалась для изделий, приготовленных с внесением сироп-концентрата «Солодей» в количестве 3% (0,11 Н/сут) по сравнению с изделиями с внесением экстракта жидкого «Barlex 7208 Extra Dark» в таком же количестве. Также отмечено, что при дозировке экстракта жидкого «Barlex 7208 Extra Dark» в количестве 6% (0,1 Н/сут) скорость его черствения была ниже, чем при внесении сироп-концентрата «Солодей» в этом же количестве.

Результаты исследований, представленные на рисунке 3, показали, что наименьшая степень черствости отмечалась для изделий, приготовленных с внесением сироп-концентрата «Солодей» в количестве 3% и с внесением экстракта жидкого «Barlex 7208 Extra Dark» в количестве 6%. Полученные данные коррелируются с изменениями скорости черствения мякиша изделий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных исследований установлено:

- хлебобулочные изделия из смеси муки пшеничной и муки ржаной, приготовленные с добавлением солодовых продуктов — сироп-концентрата «Солодей» или экстракта жидкого «Barlex 7208 Extra Dark», характеризовались правильной формой, развитой равномерной пористостью, пропеченным, слегка липким мякишем, вкусом и запахом, свойственными заварному пшенично-ржаному хлебу; изделия с внесением солодовых продуктов — сиропа или экстракта — в количестве 6% имели более сладкий вкус и темный мякиш по сравнению с изделиями, приготовленными с внесением сиропа или экстракта в количестве 3%;

- внесение солодовых продуктов не оказывало существенного влияния на удельный объём, влажность, кислотность и пористость изделий;

- использование сироп-концентрата «Солодей» в количестве 3% и экстракта жидкого «Barlex 7208 Extra Dark» в количестве 6% способствовало снижению скорости черствения и степень черствости мякиша хлебобулочных изделий.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что хлебобулочные изделия с внесением отечественного сироп-концентрата «Солодей» не уступают по качеству изделиям с использованием импортного аналога. Использование сироп-концентрата «Солодей» может быть рекомендовано в качестве рецептурного компонента хлебобулочных изделий из смеси муки пшеничной и муки ржаной в количестве 3% с сохранением их традиционных вкуса и аромата. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Ma, S., Wang, Z., Guo, X., Wang, F., Huang, J., Sun, B., & Wang, X. (2021). Sourdough improves the quality of whole-wheat flour products: Mechanisms and challenges — A review. In Food Chemistry (Vol. 360). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130038>
2. Ross, A.B., van der Kamp, J.W., King, R., L'e, K.A., Mejbom, H., Seal, C.J., & Thielecke, F. (2017). Perspective: A definition for whole-grain food products — recommendations from the Healthgrain Forum. *Advances in Nutrition*, 8 (4), 525–531. <https://doi.org/10.3945/an.116.014001>.
3. Tebben, L., Shen, Y., & Li, Y. (2018). Improvers and functional ingredients in whole wheat bread: A review of their effects on dough

properties and bread quality. *Trends in Food Science & Technology*, 81, 10–24. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.08.015>

4. Arora, K., Ameer, H., Polo, A., Di Cagno, R., Rizzello, C.G., & Gobbetti, M. (2021). Thirty years of knowledge on sourdough fermentation: A systematic review. *Trends in Food Science & Technology*, 108, 71–83. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.12.008>.
5. Pei, F., Sun, L., Fang, Y., Yang, W., Ma, G., Ma, N., & Hu, Q. (2020). Behavioral changes in glutenin macropolymer fermented by *Lactobacillus plantarum* LB-1 to promote the rheological and gas production properties of dough. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68 (11), 3585–3593. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b08104>.
6. Кочетов, В.К. Солодовый экстракт-улучшитель вкуса и заменитель химических разрыхлителей // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. — 2011. — Т. 322. — №. 4. — С. 42–44.
7. Nutter, J., Saiz, A.I., & Iurlina, M.O. (2019). Microstructural and conformational changes of gluten proteins in wheat-rye sourdough. *Journal of Cereal Science*, 87, 91–97. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.03.006>.
8. Сборник технологических инструкций для производства хлеба и хлебобулочных изделий. — М.: Издательство «Прейскурант-тиздат», 1989. — 497 с.
9. ГОСТ Р 70085–2022 «Изделия хлебобулочные из пшеничной хлебопекарной муки. Метод определения степени черствости».

REFERENCES

1. Ma, S., Wang, Z., Guo, X., Wang, F., Huang, J., Sun, B., & Wang, X. (2021). Sourdough improves the quality of whole-wheat flour products: Mechanisms and challenges — A review. In Food Chemistry (Vol. 360). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130038>
2. Ross, A.B., van der Kamp, J.W., King, R., L'e, K.A., Mejbom, H., Seal, C.J., & Thielecke, F. (2017). Perspective: A definition for whole-grain food products — recommendations from the Healthgrain Forum. *Advances in Nutrition*, 8 (4), 525–531. <https://doi.org/10.3945/an.116.014001>.
3. Tebben, L., Shen, Y., & Li, Y. (2018). Improvers and functional ingredients in whole wheat bread: A review of their effects on dough

Nutrition, 8 (4), 525–531. <https://doi.org/10.3945/an.116.014001>.

3. Tebben, L., Shen, Y., & Li, Y. (2018). Improvers and functional ingredients in whole wheat bread: A review of their effects on dough properties and bread quality. *Trends in Food Science & Technology*, 81, 10–24. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.08.015>
4. Arora, K., Ameer, H., Polo, A., Di Cagno, R., Rizzello, C.G., & Gobbetti, M. (2021). Thirty years of knowledge on sourdough fermentation: A systematic review. *Trends in Food Science & Technology*, 108, 71–83. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.12.008>.
5. Pei, F., Sun, L., Fang, Y., Yang, W., Ma, G., Ma, N., & Hu, Q. (2020). Behavioral changes in glutenin macropolymer fermented by *Lactobacillus plantarum* LB-1 to promote the rheological and gas production properties of dough. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68 (11), 3585–3593. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b08104>.
6. Kочетов, В.К. Солодовый экстракт-улучшитель вкуса и заменитель химических разрыхлителей // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. — 2011. — Т. 322. — №. 4. — С. 42–44.
7. Nutter, J., Saiz, A.I., & Iurlina, M.O. (2019). Microstructural and conformational changes of gluten proteins in wheat-rye sourdough. *Journal of Cereal Science*, 87, 91–97. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.03.006>.
8. Сборник технологических инструкций для производства хлеба и хлебобулочных изделий. — М.: Издательство «Прейскурант-тиздат», 1989. — 497 с.
9. ГОСТ Р 70085–2022 «Изделия хлебобулочные из пшеничной хлебопекарной муки. Метод определения степени черствости».

Влияния солодовых продуктов отечественного и зарубежного производства на качество хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, мука пшеничная, мука ржаная, качество, импортозамещение, солодовый экстракт, отечественное сырье.

Реферат

В статье представлены результаты исследований влияния солодовых продуктов отечественного (сироп-концентрат «Солодей», Россия) и импортного (экстракт жидкий «Barlex 7208 Extra Dark», Дания) производств в количестве 3% и 6% на показатели качества хлебобулочных изделий из смеси муки пшеничной и муки ржаной. Проведены исследования по изучению влияния солодовых продуктов на органолептические,

The influence of malt products of domestic and foreign production on the quality of bakery products made from a mixture of wheat and rye flour

Keywords: bakery products, wheat flour, rye flour, quality, import substitution, malt extract, domestic raw materials.

Abstract

The article presents the results of studies of the influence of malt products of domestic (syrup-concentrate «Solodey», Russia) and imported (liquid extract «Barlex 7208 Extra Dark», Denmark) production in the amount of 3% and 6% on the quality indicators of bakery products from a mixture of wheat flour and rye flour. Studies have been carried out to study the effect of malt products on organoleptic, physico-chemical quality indicators, as well as on the rate of staleness of the

физико-химические показатели качества, а также на скорость черствения мякиша хлебобулочных изделий из смеси муки пшеничной и муки ржаной. Органолептическая оценка показала, что использование солодовых продуктов существенно не влияло на показатели качества изделий. Однако изделия с внесением солодовых продуктов в количестве 6% к смеси муки пшеничной и муки ржаной имели более сладкий вкус и темный мякиш по сравнению с изделиями, приготовленными с добавлением солодовых продуктов в количествах 3%. Внесение солодовых продуктов не оказывало существенного влияния на удельный объем, влажность, кислотность и пористость изделий. Установлено, что хлебобулочные изделия с внесением сироп-концентрата «Солодей» при всех дозировках, имели мякиш немного светлее по сравнению с изделиями, содержащими экстракт жидкий «Barlex 7208 Extra Dark». Выявлено, что использование сироп-концентрата «Солодей» в количестве 3% и экстракта жидкого «Barlex 7208 Extra Dark» в количестве 6% снижало скорость черствения и степень черствости мякиша хлебобулочных изделий из смеси муки пшеничной и муки ржаной. По результатам исследований установлено, что хлебобулочные изделия с добавлением отечественного сироп-концентрата «Солодей» не уступают по качеству изделиям с использованием импортного экстракта жидкого «Barlex 7208 Extra Dark». Использование сироп-концентрата «Солодей» может быть рекомендовано в качестве рецептурного компонента хлебобулочных изделий из смеси муки пшеничной и муки ржаной в количестве 3% с сохранением традиционных вкуса и аромата, а также без ухудшения физико-химических показателей качества изделий.

Авторы

Карабинская Юлия Ивановна¹
y.karabinskaya@gosniihp.ru
Морозова Елена Вячеславовна²
e.morozova@amadey-sirop.ru
Тюрина Ирина Анатольевна, канд. техн. наук¹
i.tyurina@gosniihp.ru
Балуян Хачатур Александрович, канд. техн. наук¹
kh.baluyan@gosniihp.ru

¹ ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности», 107553, Россия, г. Москва, ул. Б. Черкизовская, д. 26-А

² ООО «Амадей», 394056, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 9 Января, д. 37

crumb of bakery products from a mixture of wheat flour and rye flour. The organoleptic evaluation showed that the use of malt products did not significantly affect the product quality indicators. However, products with the addition of malt products in an amount of 6% to a mixture of wheat flour and rye flour had a sweeter taste and dark crumb compared to products prepared with the addition of malt products in amounts of 3%. The introduction of malt products did not have a significant effect on the specific volume, moisture content, acidity and porosity of products. It was established that bakery products with the addition of Solodey syrup-concentrate at all dosages had a slightly lighter crumb compared to products containing liquid extract Barlex 7208 Extra Dark. It was revealed that the use of syrup-concentrate «Solodey» in the amount of 3% and liquid extract «Barlex 7208 Extra Dark» in the amount of 6% reduced the rate of staling and the degree of staleness of the crumb of bakery products from a mixture of wheat flour and rye flour. According to the results of the research, it was found that bakery products with the addition of domestic syrup-concentrate «Solodey» are not inferior in quality to products using imported liquid extract «Barlex 7208 Extra Dark». The use of syrup-concentrate «Solodey» can be recommended as a prescription component of bakery products from a mixture of wheat flour and rye flour in an amount of 3% with the preservation of traditional taste and aroma, as well as without deterioration of the physical and chemical indicators of product quality.

Authors

Karabinskaya Yulia Ivanovna¹
y.karabinskaya@gosniihp.ru
Morozova Elena Vyacheslavovna²
e.morozova@amadey-sirop.ru
Tyurina Irina Anatolievna, Candidate of Technical Sciences¹
i.tyurina@gosniihp.ru
Baluyan Khachatur Aleksandrovich, Candidate of Technical Sciences¹
kh.baluyan@gosniihp.ru

¹Federal State Autonomous Scientific Institution «Scientific Research Institute of the Bakery Industry», 107553, Russia, Moscow, B. Cherkizovskaya str., 26-A

²LLC «Amadeus», 394056, Voronezh region, Voronezh, ul. January 9, 37.

За большой вклад в развитие аграрной экономической науки и хлебопекарной промышленности Российской Федерации, а также в связи с 90-летием со дня основания, Федеральное государственное автономное научное учреждение «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности» награждено Почетной грамотой Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации.



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ ХЛЕБОПЕКОВ



16 – 17

ноября 2022 года,
г. Минск

Симпозиум – одно из основных мероприятий **Международного хлебного салона**, проводимого в рамках 28-й Международной специализированной оптовой выставки-ярмарки **«ПРОДЭКСПО»** с 15 по 18 ноября 2022 г. пр. Победителей, 14.

В ПРОГРАММЕ СИМПОЗИУМА:

- ♦ самые актуальные отраслевые вопросы и проблемы развития хлебопечения в республике и за рубежом, пути их решения; диалог с ритейлом;
- ♦ результаты активной работы и достижения отраслевых ассоциаций и союзов пекарей зарубежных стран;
- ♦ ремесленный хлеб – осознанная реальность;
- ♦ выставка фирм-производителей и поставщиков оборудования, упаковки, сырья и ингредиентов и др.;
- ♦ инновационные научные исследования и опыт их внедрения в производство;
- ♦ пути сохранения свежести хлебобулочных изделий;
- ♦ вопросы в области стандартизации и технического нормирования;
- ♦ современные разработки технологий и оборудования; новинки сырья и ингредиентов;
- ♦ роль служб маркетинга на хлебопекарном предприятии – рекомендации отраслевых экспертов;
- ♦ технические экскурсии на хлебозаводы;
- ♦ семинар по заварному хлебу от специалистов НТЦ «Академия хлебопечения НИИХП».

Заявки на участие принимаются до 23 октября 2022 года.

ОРГАНИЗАТОР: ИЧУП «Овсянникова и К» – издатель научного, производственно-практического журнала «Пекарь&Кондитер». УНП 192590904. Тел.: +375 (17) 259-18-29, +375 (29)111-89-88. e-mail: bcmagazine@list.ru. www.bcmagazine.by

НТЦ «Академия хлебопечения НИИХП», г. Москва, РФ. Тел.: +7 (495) 025-41-44 (доб. 143); +7 (495) 115-78-57. www.gosniihp.ru

ОГАНУ «НИИ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПОСВЯЩАЕТСЯ!»

ХЛЕБ — СВЯТОЕ СЛОВО ДЛЯ РОССИИ

Хлеб — святое слово для России,
Миллионов беспримерный труд!
Он страны богатство, гордость, сила,
Головой всему его зовут.
Хлебом-солью мы гостей встречаем,
Молодым на свадьбе хлеб даем,
И когда умерших поминаем,
Мы на стопку водки хлеб кладем.
С нами он с рожденья и до тризны.
Наш, родной, пшеничный и ржаной!
Символ дома, символ мирной жизни,
Щедрый дар от нивы золотой.
Мы гордимся, что к нему причастны,
И для нас важнее работы нет.
Знанья, труд и душу не напрасно
Отдаем ему мы 90 лет!

Много песен о хлебе сложили
Воспевая родные края,
Мы же попросту хлебу служили,
Значит жили на свете не зря.
Хлеб в стране нашей — жизни основа,
И, даст Бог, будет вновь урожай.
И богатство страны будем снова
Превращать в золотой каравай!
Благодарность и добрая память
Тем, кто наш институт создавал.
Кто ни знаний, ни сил не жалея,
Нам наследство свое передал.
Юбилей отмечаем солидный,
Много планов у нас впереди.
Молодым завещаем отныне
Наше знамя достойно нести.

*Е. Н. Павловская,
старший научный сотрудник*

Все меняется и мы
Идем вперед, через года,
И пусть преграды на пути
Лишь закаляют нас, друзья!
Хлеб символ мира, чистоты
И с детства вкус его знаком.
Секреты магии просты —
Мы их любовью назовем.
Хлеб голод, войны победил,
Он веру в силы воскрешал.
Никто из нас не позабыл,
Кто жизнь науке посвящал.
Мы обещаем продолжать,
Что было начато до нас.
Исследовать и открывать
Мир ХЛЕБА дальше,
созидать!!!

Припев:
Хлеб — наша гордость,
Хлеб наша честь,
Столетий мудрость
Побед не счастье
Сынов науки и дочерей
Впитал хлеб силу
Родных полей.

Т. Д. Левченко



Коллекция чистых культур хлебопекарных микроорганизмов



Музей чистых культур хлебопекарных микроорганизмов ведется и постоянно обновляется в лаборатории микробиологических исследований ФГАНУ НИИХП. В нем представлены дрожжи и молочнокислые бактерии для приготовления жидких дрожжей, пшеничные и ржаные закваски с управляемым культивированием микроорганизмов, синтезирующих пребиотические и биологически активные вещества, в том числе витамины, органические кислоты, бактерицидные вещества (ингибиторы развития картофельной болезни и плесневения хлеба).

Мы предлагаем к реализации пшеничные и ржаные закваски:

- ацидофильную
- концентрированную молочнокислую закваску
- жидкие дрожжи
- комплексную
- эргостериновую
- витаминную
- пропионовокислую
- биологическую от плесневения
- густую пшеничную
- дрожжевую
- мезофильную молочнокислую
- хмелевую
- пшеничную «грантум»
- жидкую пшеничную с заваркой
- жидкую ржаную с заваркой /без заварки
- густую ржаную
- термофильную
- рисовую безглютеновую



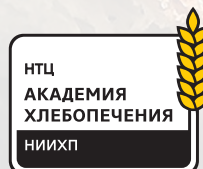
Тел.: +7 (495) 025-41-44
e-mail: info@gosniihp.ru
Адрес: Москва, Б. Черкизовская, 26А

Тел.: +7 (812)386-00-01
e-mail: info-spb@gosniihp.ru
Адрес: Санкт-Петербург, г. Пушкин,
ш. Подбельского, д.7 литера А



Научно-технологический центр АКАДЕМИЯ ХЛЕБОПЕЧЕНИЯ НИИХП

создан НИИ хлебопекарной промышленности
при поддержке MIWE



НТЦ «Академия хлебопечения НИИХП» — инновационная технологическая площадка для обучения и повышения квалификации специалистов хлебопекарных предприятий. Учебные программы включают теоретические и практические блоки, позволяющие охватить полный спектр знаний, навыков и умений — от основ до профессионального уровня.

Приглашаем вас:

14.11.2022 – 17.11.2022

Выездной семинар для Российских пекарей и кондитеров в Белоруссию. В рамках выставки ПРОДЭКСПО-2022 «Заварные виды хлеба». Опыт белорусских производителей.

21.11.2022 – 24.11.2022

КПК «Производство хлебобулочных изделий». *+онлайн формат*

24.11.2022 – 25.11.2022

КПК «Основы органолептического анализа. Хлебобулочные и кондитерские изделия» СПб *+онлайн формат*

30.11.2022 – 01.12.2022

МК «Каравай. Эксклюзивная отделка»

02.12.2022

МК «Рождественская выпечка»

07.12.22 – 08.12.22

КПК «Основы производства хлебобулочных изделий». *Для начинающих онлайн формат*

15.12.22

МК «Заварные виды хлеба «Вкус Балтики»

16.12.22

МК для школьников «Космический хлеб». О хлебе, который изготавливается для космонавтов и космической еде.

+7 (495) 025-41-44 (доб.143); +7 (985) 115-78-57
e-mail: info@gosniihp.ru; academy@gosniihp.ru