

# Анализ производственного цикла заварочных отделений хлебопекарных предприятий Республики Беларусь

**Акулич Александр Васильевич**

*Могилевский государственный университет продовольствия*  
Адрес: 212027, Республика Беларусь, город Могилев, пр-т Шмидта, д. 3  
E-mail: [mgur@mogilev.by](mailto:mgur@mogilev.by)

**Самуйленко Татьяна Дмитриевна**

*Могилевский государственный университет продовольствия*  
Адрес: 212027, Республика Беларусь, город Могилев, пр-т Шмидта, д. 3  
E-mail: [TataSam@tut.by](mailto:TataSam@tut.by)

В Республике Беларусь ассортимент и традиционная биотехнология заварных сортов хлеба из ржаной муки и смеси ржаной и пшеничной муки имеют социальную значимость. На хлебопекарных предприятиях Республики Беларусь в традиционной технологии заварных сортов хлеба преимущественно используется сброженная заварка, приготавливаемая в непрерывном режиме. На современном этапе развития хлебопекарной отрасли возникла проблема производства заварных сортов хлеба в дискретном режиме с реализацией непрерывного производственного цикла приготовления сброженной заварки. В настоящее время отечественных и зарубежных рекомендаций по реализации традиционной технологии сброженной заварки в дискретном режиме производства заварных сортов хлеба не имеется, и полностью отсутствуют исследования в области научно обоснованного регулирования технологических параметров такого полуфабриката. Целью исследования является теоретическое обоснование перспективности внедрения модифицированной технологии заварных сортов хлеба в дискретном режиме на основе оптимизации производственного цикла сброженной заварки. Исследования проведены на базе действующих хлебопекарных предприятиях Республики Беларусь и учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия». В качестве объектов исследований выбраны информационные данные из журналов работы заварочных отделений и экспедиций хлебопекарных предприятий, осажаренная заварка, заквашенная заварка, сброженная заварка. В работе использованы общепринятые и специальные методы анализа полуфабрикатов хлебопекарного производства. В ходе работы установлены технологические особенности при приготовлении сброженной заварки. Проведена оценка рецептур и технологических параметров приготовления сброженной заварки в производственном цикле в дискретном режиме работы хлебопекарных предприятий Республики Беларусь. Установлены интервалы изменения количественного состава сброженной заварки и технологических параметров ее приготовления. Выявлены основные дефекты полуфабрикатов, возникающие при приготовлении их в дискретном режиме. Отмечена нестабильность биотехнологических свойств (количественного и качественного состава микроорганизмов, их активности, кислотности, подъемной силы) сброженной заварки при ее приготовлении. Определены общие направления в совершенствовании производственного цикла сброженной заварки в дискретном режиме, основанные на оптимизации технологических параметров ее приготовления.

**Ключевые слова:** дискретный режим, заварные сорта хлеба, осажаренная заварка, заквашенная заварка, сброженная заварка, дефекты заварки, биотехнологические свойства, технологические параметры

## Введение

Хлеб является не только одним из основных продуктов в ежедневном рационе питания, но и объектом социальной политики любого государства. Социальную значимость хлеба определяют такие факторы как традиции и привычки населения страны, относительно низкая себестоимость в сравнении с другими продуктами питания, что обуславливает доступность для всех групп на-

селения, разнообразный ассортимент, относительно высокая пищевая ценность, возможность введения в рецептуру физиологически важных и функциональных компонентов (Цыганова, 2006). Вследствие этого хлебопекарная отрасль наиболее восприимчива к рыночным изменениям и полностью зависит от колебаний спроса и предложения на этом рынке. Основной задачей, стоящей перед хлебопекарной отраслью, является обеспечение населения качественной продукцией, которая

соответствовала бы его каждодневным запросам по ассортименту и количеству.<sup>1</sup>

В Республике Беларусь и ряде стран ближнего и дальнего зарубежья особое место занимает ассортимент и традиционная биотехнология хлеба из ржаной муки и смеси ржаной и пшеничной муки, в частности заварных сортов. Этот выбор потребителей, в первую очередь, обусловлен стабильно высокими потребительскими свойствами названного ассортимента (более интенсивной степенью окрашенности корки и мякиша, ярко выраженным вкусом и ароматом, равномерной структурой пористости и др.),<sup>2,3</sup> более полноценным химическим составом по содержанию незаменимых аминокислот, витаминов группы В, минеральных веществ, пищевых волокон и длительным периодом сохранения свежести (Аношкина, 2001, с. 23-25; Arendt, Ryan, Bello, 2007, p. 165–174; Van Kerrebroeck, Comasio, Harth, De Vuyst, 2018, p. 254–262; Campo, Del Arco, Urtasun, Oria, Ferrer-Mairal, 2016, p. 75–82; Decock, Cappelle, 2005, p. 113–120; Дремучева, 2003, с. 1-3; Косован, 2006, с. 4-5; Кузнецова, Синявская, Афанасьева, Фленова, 2003, Salim-ur-Rehman, Paterson, Piggott, 2006, p. 557–566; Torrieri, Pepe, Ventorino, Masi, Cavella, 2014, с. 508–516).

На хлебопекарных предприятиях Республики Беларусь в традиционной технологии заварных сортов хлеба преимущественно используется сброженная заварка. Она является многостадийным полуфабрикатом, полученным на основе осаживаемой и заквашенной заварки. Традиционное приготовление сброженной заварки требует направленного культивирования специфических микроорганизмов (молочнокислых бактерий *Lactobacillus delbrueckii* (штамм 76), *Lactobacillus plantarum* (штамм И-35) и дрожжей расы «Ивановская») при определенных технологических параметрах и с использованием мучных питательных субстратов определенного состава только в непрерывном режиме. Именно это обеспечивает стабильность биотехнологических свойств сброженной заварки и, соответственно, потребительских свойств заварных сортов хлеба (Афанасьева, 2003; Колосовская, 2011; Кузнецова, 2003).

Реализация такого цикла возможна только при круглосуточном режиме работы хлебопекарных предприятий с постоянной производительностью ассортимента заварных сортов хлеба.<sup>4,5</sup>

Однако в последние годы производство заварных сортов хлеба в Республике Беларусь осуществляется в дискретном режиме, который обусловлен снижением потребления хлебобулочных изделий (Овсянникова, 2004, с. 6–7; Овсянникова, 2005, с. 6–8; Овсянникова, 2006, с. 6–8; Овсянникова, 2007, с. 4–6; Овсянникова, 2008, с. 5–6; Овсянникова, 2009, с. 8–11; Овсянникова, 2010, с. 4–9; Овсянникова, 2011, с. 4–8; Овсянникова, 2012, с. 4–8; Овсянникова, 2013, с. 4–10; Овсянникова, 2014, с. 16–22; Овсянникова, 2015, с. 6–11; Овсянникова, 2016, с. 9–11; Овсянникова, 2017, с. 4–9; Овсянникова, 2018, с. 9–13; Овсянникова, 2019, с. 8–11) и ежесуточными колебаниями заявок торговых организаций на названный ассортимент (Рисунок 1).

Представленные данные показывают, что максимальные заявки торговых организаций на заварные сорта хлеба на хлебопекарных предприятиях Республики Беларусь отмечались, преимущественно, в понедельник, четверг и пятницу, в остальные дни недели они снижались и достигали минимального значения в воскресенье. Недельные колебания заявок торговых организаций в некоторых случаях, достигали 46,1 %. Вместе с тем, заявки торговых организаций составляли от 20,0 % до 70,0 % от возможной производительности хлебопекарных предприятий по этому ассортименту. Такая ситуация обуславливает технологические (вынужденные) перерывы в течение суток. Сложившаяся тенденция сохраняется в течение года и характерна для большинства хлебопекарных предприятий Республики Беларусь (Гуринова, Самуйленко, Назаренко, 2013, с. 9–13).

Таким образом, на современном этапе развития хлебопекарной отрасли возникла проблема производства заварных сортов хлеба в дискретном режиме с реализацией непрерывного технологического цикла приготовления сброженной заварки. Следует отметить, что в настоящее время отечественных и зарубежных рекомендаций по

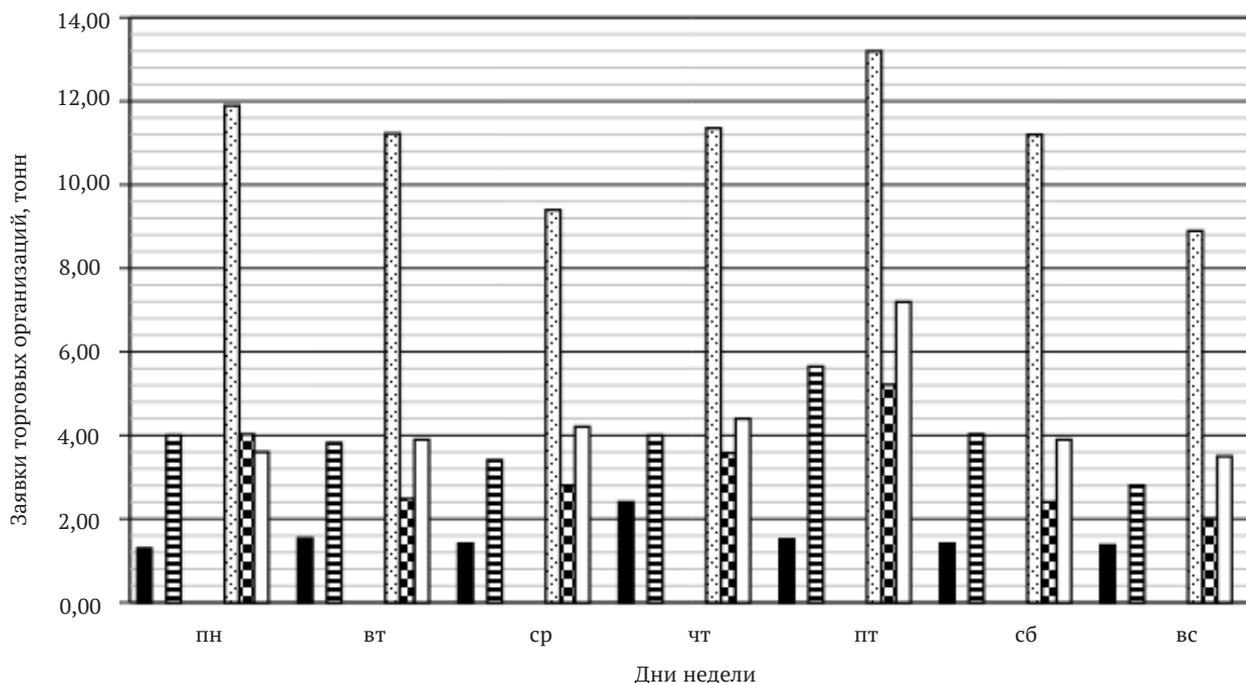
<sup>1</sup> Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства: учебник для студентов вузов. СПб.: Профессия. 2009. 415 с.

<sup>2</sup> Пашенко Л.П. Биотехнологические основы производства хлебобулочных изделий: учеб. пособие для вузов. М.: Колос, 2002. 368 с.

<sup>3</sup> Романов А.С., Давыденко Н.И., Шатнюк Л.Н., Матвеева И.В. Экспертиза хлеба и хлебобулочных изделий. Качество и безопасность: учеб. пособие для студентов вузов / под ред. В.М. Поздняковского. Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. 276 с.

<sup>4</sup> Красникова Л.В., Кострова И.Е., Машкин Д.В. Микробиологические процессы при производстве хлеба, кондитерских и макаронных изделий: учебное пособие. Санкт-Петербург: СПбГУНиПТ, 2007. 132 с.

<sup>5</sup> Красникова Л.В. Микробиология: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений. Санкт-Петербург: Троицкий мост, 2012. 293 с.



- на РУПП «Гомельхлебпром» филиал «Жлобинский хлебозавод» (2012 г.)  
на ОАО «Булочно-кондитерская компания "Домочай" филиал "Бобруйский хлебозавод"» (2013 г.)
- ▨ на РУПП «Гроднохлебпром» (2013 г.)  
на ОАО «Витебскхлебпром» (2014 г.)  
на КУП «Минскхлебпром» хлебозавод №1 (2014 г.)  
на ОАО «Булочно-кондитерская компания "Домочай" хлебозавод №3» (2016 г.)
- ▩ на РУПП «Борисовхлебпром» хлебозавод в г. Борисове (2016 г.)
- ▧ на КУП «Минскхлебпром» хлебозавод №4 (2017 г.)  
РУПП «Гроднохлебпром» филиал «Слонимский хлебозавод» (2012 г.)  
РУПП «Гроднохлебпром» филиал «Слонимский хлебозавод» (2017 г.)

реализации непрерывного цикла приготовления этого полуфабриката в дискретном режиме производства заварных сортов хлеба не имеется, и полностью отсутствуют исследования в области научно обоснованного регулирования технологических параметров такого полуфабриката (Самуйленко, Гуринова, Акулич, 2018, с. 3–10). При этом работа хлебопекарных предприятий должна обеспечивать сохранение постоянных потребительских свойств заварных сортов хлеба в дискретном режиме, что может в полной мере достигаться только за счет стабильности свойств именно сброженной заварки.

С учетом вышеизложенного целью работы является теоретическое обоснование перспективности внедрения модифицированной технологии заварных сортов хлеба из ржаной муки и смеси ржаной и пшеничной муки в дискретном режиме на основе оптимизации производственного цикла сброженной заварки.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- провести анализ рецептур и технологических параметров приготовления сброженной заварки в производственном цикле и установить интервалы их изменения в дискретном режиме производства заварных сортов хлеба;
- выявить основные дефекты заварки на стадии осахаривания, заквашивания и сбраживания в дискретном режиме производства заварных сортов хлеба;
- исследовать биотехнологические свойства заварки на стадиях производственного цикла;
- определить общие направления совершенствования производственного цикла приготовления сброженной заварки в дискретном режиме.

Исследования проведены на базе действующих хлебопекарных предприятиях Республики Бела-

русь г. Могилева, г. Минска, г. Витебска, г. Гродно, г. Жлобина, г. Новогрудка, г. Речицы, г. Полоцка, г. Борисова, г. Бобруйска и др., работающих в дискретном режиме, учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия».

## Материалы и методы исследования

### Объекты исследования

В качестве объектов исследований выбраны: информационные данные из журналов работы заварочных отделений и экспедиций хлебопекарных предприятий, осахаренная заварка, заквашенная заварка, сброженная заварка.

### Методы и процедура исследования

Приготовление сброженной заварки в производственном цикле включает заваривание рецептурной массы, осахаривание полученной заварки, заквашивание заварки с последующим охлаждением, сбраживание заварки. Стадия заваривания используется для перехода крахмала в клейстеризованное состояние, что обеспечивает его большую доступность действию амилолитических ферментов и активизирует процесс гидролиза на стадии осахаривания. В этот период накапливается необходимый комплекс веществ, которые используются: 1) в качестве источников питания для культивируемых микроорганизмов в заварке (для молочнокислых бактерий *Lactobacillus delbruckii* штамма 76 на стадии заквашивания и для молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum* штамма И-35, дрожжей расы «Ивановская» на стадии сбраживания); 2) в формировании потребительских свойств заварных сортов хлеба (вкусо-ароматической характеристики, структуры пористости, внешнего вида, способности длительный период времени сохранять свежесть и др.). Стадия заквашивания заварки используется для накопления максимально возможного количества летучих карбонильных соединений (различных альдегидов, ванилина, фурфурола и оксиметилфурфурола, ацетоина, диоксиацетона и др.), которые играют важную роль в формировании ароматического комплекса заварных сортов хлеба, а также различных веществ кислой реакции (преимущественно молочной кислоты), необходимых для формирования определенных реологических свойств теста с использованием ржаной муки. Стадия сбраживания заварки используется для дальнейшего накопления в полуфабрикате молочной кислоты,

летучих кислот, ди- и трикарбонильных кислот, летучих карбонильных соединений путем культивирования в нем молочнокислых бактерий, а также для придания полуфабрикату разрыхляющей способности за счет образования углекислого газа в процессе культивирования дрожжевых клеток.

В работе использованы следующие общепринятые и специальные методы. Консистенция, вкус и запах оценивались непосредственно после отбора всей массы полуфабриката органолептически. При проведении качественной оценки полуфабрикатов фиксировалась продолжительность их брожения или осахаривания. Проба полуфабриката для определения влажности отбиралась сразу после его замеса. Влажность полуфабрикатов определялась методом высушивания на приборе типа ВЧ (конструкции К.Н.Чижовой). Кислотность полуфабрикатов определялась методом титрования, подъемная сила – ускоренным методом. Проведен микробиологический контроль полуфабрикатов. Количественный учет дрожжевых клеток, молочнокислых бактерий и соотношение между ними проведен путем микроскопирования по методу Бургвица. Метод М.П. Юргенсона и И.Ф. Романова использован для оценки активности микроорганизмов в полуфабрикатах (Афанасьева, 2003; Старовойтова, 2002; Карнышова, Севастей, 2008).

## Результаты и их обсуждение

На основе обобщенных теоретических данных и проведенного анализа производственного цикла заварочных отделений хлебопекарных предприятий Республики Беларусь в дискретном режиме установлены следующие особенности при приготовлении сброженной заварки.

Отделения по приготовлению названного полуфабриката представляют собой специально оборудованные помещения, оснащенные заварочными машинами марки преимущественно ХЗМ-300 или ХЗМ-600, дозаторами муки (МД-100, МД-100-Х-142, Ш2-ХДЗ-100, Контур и др.), дозаторами воды (АВБ-100, АВБ-200, БД-100, БД-200 и др.), стандартными емкостями или емкостями собственной конструкции с рубашками и мешалками для проведения процессов осахаривания, заквашивания, охлаждения и сбраживания в производственном цикле. Режим работы заварочных отделений на всех хлебопекарных предприятиях Республики Беларусь является круглосуточным, что обеспечивает непрерывный цикл приготовления сброженной заварки. На всех рассматриваемых хлебопекарных предприятиях приготовление

сброженной заварки в производственном цикле осуществляется по следующей технологии: приготовление заварки с ее последующим осахариванием – заквашивание заварки – охлаждение заквашенной заварки – сбраживание заварки.

Был проведен анализ 60 рецептур сброженной заварки и практической реализации технологических параметров ее постадийного приготовления

в дискретном режиме производства заварных сортов хлеба в Республике Беларусь. Полученная информация была обобщена и сформирована в виде Таблицы 1.

Из Таблицы 1 видно, что для приготовления заварки в производственном цикле на хлебопекарных предприятиях отрасли в дискретном режиме используют муку ржаную сеяную в количестве

Таблица 1

Рецептура и технологические параметры приготовления сброженной заварки в производственном цикле

Наименование сырья и полуфабрикатов	Сброженная заварка текущей стадии производственного цикла	Охлажденная заквашенная заварка текущей стадии производственного цикла	Заквашенная заварка текущей стадии производственного цикла	Осахаренная заварка текущей стадии производственного цикла
Рецептура				
Мука ржаная сеяная, кг	–	–	–	50,0 или 100,0
Солод ржаной сухой ферментированный и/или неферментированный,% от массы муки по унифицированной рецептуре заварных сортов хлеба	–	–	–	3,0–8,0
Пряности (тмин, кориандр, фенхель, анис или др.),% от массы муки по унифицированной рецептуре заварных сортов хлеба	–	–	–	0–1,0
Вода, кг	–	–	–	100,0 или 200,0
Осахаренная заварка с предыдущей стадии производственного цикла	–	(0–50,0)% от массы охлажденной заквашенной заварки текущей стадии	(10,0–90,0)% от массы заквашенной заварки текущей стадии	–
Заквашенная заварка с предыдущей стадии производственного цикла	–	(100,0–50,0)% от массы охлажденной заквашенной заварки текущей стадии	(90,0–10,0)% от массы заквашенной заварки текущей стадии	–
Охлажденная заквашенная заварка с предыдущей стадии производственного цикла	(10,0– 90,0)% от массы сброженной заварки текущей стадии	–	–	–
Сброженная заварка с предыдущей стадии производственного цикла	(90,0–10,0)% от массы сброженной заварки текущей стадии	–	–	–
Технологические параметры приготовления				
Влажность начальная,%	72,0–78,0	72,0–78,0	72,0–78,0	72,0–78,0
Температура начальная,°С	25–35	45–55	45–55	45–65
Температура конечная,°С	25–35	25–35	45–55	45–55
Продолжительность заваривания, мин	–	–	–	60

Таблица 1

Наименование сырья и полуфабрикатов	Сброженная заварка текущей стадии производственного цикла	Охлажденная заквашенная заварка текущей стадии производственного цикла	Заквашенная заварка текущей стадии производственного цикла	Осахаренная заварка текущей стадии производственного цикла
Продолжительность осахаривания, мин	–	–	–	60–720
Продолжительность заквашивания, мин	–	–	60–480	–
Продолжительность охлаждения, мин	–	60–480	–	–
Продолжительность сбраживания, мин	60–480	–	–	–
Кислотность конечная, град.	9,0–13,0	8,0–11,0	7,0–9,0	не более 4,0
Подъемная сила, мин, не более	25	–	–	–

50,0 кг или 100,0 кг, что составляет до 25,0 % от массы муки по унифицированной рецептуре для заварных сортов хлеба. Использование именно такого количества муки обусловлено особенностями производственного цикла приготовления сброженной заварки и техническим оснащением действующих хлебопекарных предприятий. В заварку обязательно вносится солод ржаной сухой ферментированный и/или неферментированный в количестве от 3,0 % до 8,0 % от массы муки по унифицированной рецептуре для заварных сортов хлеба. В некоторых случаях вносятся измельченные пряности (преимущественно тмин и кориандр). Все сыпучее сырье дозируется последовательно в заварочную машину, затем смешивается с горячей водой температурой (95–97)°С в соотношении с мукой ржаной сеяной 1:1. Стоит отметить, что в дискретном режиме солод и пряности вносятся в начале процесса заваривания, а не в конце как предполагает традиционная технология при круглосуточном режиме производства заварных сортов хлеба. Начальная температура заварки составляет (45–65) °С, а не традиционных (65–67) °С. Приготовленная заварка подвергается осахариванию в течение (60–720) мин и естественному охлаждению до температуры (50±5) °С. В то же время продолжительность стадии осахаривания традиционно не превышает 120 мин. Далее осажаренная заварка текущей стадии производственного цикла используется преимущественно в качестве питательного субстрата в производственном цикле приготовления заквашенной заварки. В дискретном режиме работы хлебопекарных предприятий Республики Беларусь осажаренная заварка может служить субстратом и для сброженной заварки. Анализ производственного цикла приготовления сброженной заварки в

дискретном режиме показал, что варьирование рецептурного состава осажаренной заварки как одной из стадий и технологических параметров ее приготовления осуществляется индивидуально на каждом предприятии. Это преимущественно приводит к изменению органолептических показателей осажаренной заварки (с одной стороны – к невыраженному вкусу и аромату, с другой стороны – к расслаивающейся консистенции с кислым вкусом и ароматом), к изменению показателя кислотности в диапазоне от 2,2 град. до 6,0 град.

В дискретном режиме процесс заквашивания на текущей стадии производственного цикла происходит путем отбора заквашенной заварки в количестве (10–90) % от массы заквашенной заварки текущей стадии на стадию охлаждения и последующего сбраживания, а затем добавления к оставшейся заквашенной заварке осажаренной заварки в количестве (90–10) % от массы заквашенной заварки текущей стадии. На количество полуфабрикатов влияет объем заявок на заварные сорта хлеба на следующие сутки. Традиционно при круглосуточном режиме работы хлебопекарных предприятий отбор заквашенной заварки составляет 50,0% от массы заквашенной заварки текущей стадии. Кроме того, установлено, что количество полуфабрикатов определяется в заварочном отделении преимущественно субъективным путем и полностью зависит от опыта и квалификации производственного персонала, то есть на хлебопекарных предприятиях отсутствует единая методика определения количества полуфабрикатов в дискретном режиме. Анализ показал, что в дискретном режиме температура заквашивания заварки изменяется в диапазоне (45–55) °С, а продолжительность процесса составляет от 60 мин до 480 мин. Традици-

онно при круглосуточном режиме производства заварных сортов хлеба температура заквашивания составляет (48–50)°С, а продолжительность этой стадии изменяется от 150 мин до 180 мин. Такой широкий диапазон изменения технологических параметров влечет за собой возникновение различных дефектов заварки на стадии заквашивания (Таблица 2), что требует внесения оперативных корректирующих мероприятий, которые не всегда осуществимы на текущей стадии производственного цикла и малоэффективны в дискретном режиме.

У приготовленной заквашенной заварки наблюдается нестабильность органолептических показателей, характеризующаяся или однородной консистенцией со слабым выраженным вкусом и ароматом, или расслаивающейся консистенцией с неприятным резким кислым вкусом и ароматом. Отмечается нестабильность общего количества молочнокислых бактерий *Lactobacillus delbrueckii* штамма 76, их активности и, как следствие, показателя кислотности. Общее количество молочнокислых бактерий изменяется от (870±20)·10<sup>6</sup> ед/г до (2230±20)·10<sup>6</sup> ед/г, активность молочнокислых бактерий составляет от 50 мин до 136 мин, показатель кислотности находится в диапазоне от 4,4 град. до 13,8 град. Кроме того, представленные показатели на каждой следующей стадии заквашивания существенно отличаются от этих показателей предыдущей стадии заквашивания. Это требует внесения оперативных корректирующих действий в процесс последующей стадии сбражи-

вания (обоснованное изменение технологических параметров, соотношения используемых полуфабрикатов, приготовление по полному разводочному циклу), чтобы стало возможным получение полуфабриката со стабильными биотехнологическими свойствами.

После стадии заквашивания заварку подвергают охлаждению до конечной температуры (25–35) °С. Традиционно при круглосуточном режиме производства заварных сортов хлеба заквашенную заварку охлаждают до температуры (31–33) °С. На эту стадию поступает или заквашенная заварка с предыдущей стадии производственного цикла, или в смеси с осахаренной заваркой. Количество названных полуфабрикатов изменяется в диапазонах, представленных в таблице 1, и не имеет четкой закономерности в зависимости от заявок торговых организаций на заварные сорта хлеба, то есть режима дискретности в работе хлебопекарного предприятия. В заварочных отделениях разных предприятий хлебопекарной отрасли используется абсолютно разное количество осахаренной и заквашенной заварки на стадии охлаждения. В дискретном режиме продолжительность процесса составляет от 60 мин до 480 мин против традиционных 120 мин при круглосуточном режиме производства и не имеет четкой и обоснованной закономерности. Продолжительность охлаждения влияет на кислотность исследуемого полуфабриката. Этот показатель для охлажденной заквашенной заварки увеличивается на (1,0–4,0) град.

Таблица 2

Основные дефекты заварки на стадии заквашивания и некоторые способы их устранения

Дефекты	Причины	Способы устранения
Быстрое нарастание кислотности заквашенной заварки текущей стадии производственного цикла	Повышенная кислотность заварки с предыдущей стадии производственного цикла	Кислотность осахаренной заварки выдерживать не более 4,0 град.
	Недостаточная степень осахаривания заварка	Соблюдать параметры процесса осахаривания заварки (температура, продолжительность)
	Начальная температура заквашенной заварки ниже 45°С	Повысить начальную температуру заварки до 48°С – 52°С
Медленное нарастание кислотности заквашенной заварки текущей стадии производственного цикла	Неправильно установленное количество заквашенной и осахаренной заварки с предыдущей стадии производственного цикла	Увеличить количество заквашенной заварки текущей стадии, направляемой на стадию охлаждения, и увеличить количество осахаренной заварки с предыдущей стадии производственного цикла
	Начальная температура заквашенной заварки выше 52°С	Понизить начальную температуру заварки до 45°С – 48°С
	Неправильно установленное количество заквашенной и осахаренной заварки с предыдущей стадии производственного цикла	Уменьшить количество заквашенной заварки текущей стадии, направляемой на стадию охлаждения, и уменьшить количество осахаренной заварки с предыдущей стадии производственного цикла

по сравнению с заваркой, полученной непосредственно после стадии заквашивания.

Процесс сбраживания на текущей стадии производственного цикла происходит путем отбора сброженной заварки на стадию замеса теста, а затем внесения к оставшейся сброженной заварке охлажденной заквашенной заварки. Интервалы изменения количества используемых полуфабрикатов на стадии сбраживания в дискретном режиме представлены в Таблице 1. Использование того или иного количества заварки устанавливается субъективным путем, не имеет обоснованной закономерности, при этом отсутствует единая методика расчета. Температура на стадии сбраживания в дискретном режиме варьируется в пре-

делах (25–35) °С, продолжительность изменяется от 60 мин до 480 мин. При круглосуточном режиме производства заварных сортов хлеба температура сбраживания составляет (31–33) °С, а продолжительность сбраживания – (150–180) мин. На стадии сбраживания, как и при заквашивании, возникают различные дефекты заварки, которые не устранимы на текущей стадии производственного цикла и малоэффективны на следующих стадиях (Таблица 3).

Так заварка, поочередно направляемая со стадии сбраживания на замес теста, имеет нестабильные органолептические показатели и биотехнологические свойства (количественный и качественный состав культивируемых микроорганизмов,

Таблица 3  
Основные дефекты заварки на стадии сбраживания и некоторые способы их устранения

Дефекты	Причины	Способы устранения
Быстрое нарастание кислотности сброженной заварки текущей стадии производственного цикла	Неправильно установленное количество сброженной и охлажденной заквашенной заварки с предыдущей стадии производственного цикла	Увеличить количество сброженной заварки текущей стадии, направляемой на стадию замеса теста, и увеличить количество охлажденной заквашенной заварки с предыдущей стадии производственного цикла
	Высокая конечная температура охлажденной заквашенной заварки	Снизить конечную температуру охлажденной заквашенной заварки до 25°С
	Высокая конечная кислотность охлажденной заквашенной заварки	Подавать заквашенную заварку на стадию охлаждения с нижним допустимым пределом конечной кислотности
Медленное нарастание кислотности сброженной заварки текущей стадии производственного цикла	Продолжительная стадия охлаждения заквашенной заварки	Уменьшить продолжительность стадии охлаждения заквашенной заварки путем снижения температуры воды в рубашке емкости для охлаждения
	Низкая конечная температура охлажденной заквашенной заварки	Повысить конечную температуру охлажденной заквашенной заварки до (30–35)°С
	Неправильно установленное количество сброженной и охлажденной заквашенной заварки с предыдущей стадии производственного цикла	Уменьшить количество сброженной заварки текущей стадии, направляемой на стадию замеса теста, и уменьшить количество охлажденной заквашенной заварки с предыдущей стадии производственного цикла
Неудовлетворительная подъемная сила сброженной заварки текущей стадии производственного цикла	Низкая температура на стадии сбраживания	Повысить температуру на стадии сбраживания до (33–35)°С
	Высокая температура заварки на стадии сбраживания	Снизить температуру на стадии сбраживания до 30°С
	Высокая конечная кислотность сброженной заварки	Увеличить количество сброженной заварки текущей стадии, направляемой на стадию замеса теста, увеличить количество охлажденной заквашенной заварки с предыдущей стадии производственного цикла, увеличить количество осаживаемой заварки с предыдущей стадии производственного цикла, направляемой на стадию охлаждения, увеличить интенсивность перемешивания полуфабрикатов

Таблица 3

Дефекты	Причины	Способы устранения
Пенообразование на стадии сбраживания заварки	Подсортировка пшеничной муки	Исключить попадание пшеничной муки
	Высокая начальная влажность заварок, в том числе на стадии сбраживания	Понизить начальную влажность полуфабрикатов до (72,0–74,0)%
	Наличие контаминантных микроорганизмов (дикие дрожжи, гнилостные бактерии и др.), установленное при микроскопировании	Провести санитарную обработку линии, осуществить приготовление заварок по полному производственному циклу с использованием чистых культур микроорганизмов

соотношение между дрожжевыми клетками и молочнокислыми бактериями, активность микроорганизмов, показатель конечной кислотности и подъемной силы). В некоторых случаях сброженная заварка представляет собой однородную массу с кисловатым вкусом и невыраженным ароматом или неоднородную массу, увеличенную в объеме, с крупными пузырьками и кислым вкусом и резким ароматом. Количественный состав дрожжевых клеток изменяется от  $(130 \pm 10) \cdot 10^6$  ед/г до  $(345 \pm 10) \cdot 10^6$  ед/г, молочнокислых бактерий – от  $(1145 \pm 20) \cdot 10^6$  ед/г до  $(3150 \pm 20) \cdot 10^6$  ед/г. В ряде порций сброженной заварки отмечается соотношение между дрожжевыми клетками и молочнокислыми бактериями менее 1:10, что не соответствует существующим рекомендациям технологических инструкций (Колосовская, 2011), активность микроорганизмов изменяется от 30 мин до 96 мин. Показатель кислотности находится в диапазоне от 9,2 град. до 15,8 град, а показатель подъемной силы от 22 мин до 55 мин. Представленные показатели после каждой стадии сбраживания существенно отличаются, то есть на замес теста поступает сброженная заварка с биотехнологическими свойствами, изменяемыми в широком диапазоне.

Такая ситуация прослеживается на всех анализируемых хлебопекарных предприятиях Республики Беларусь и требует внесения оперативных корректирующих мероприятий в процесс тестоведения с целью обеспечения потребителя заварными сортами хлеба, имеющими стабильные показатели качества, которые соответствуют требованиям технических нормативных правовых актов.

Анализ производственного цикла заварочных отделений хлебопекарных предприятий, осуществляющих производство заварных сортов хлеба в дискретном режиме, показывает, что подход в приготовлении сброженной заварки носит преимущественно субъективный характер. Это приводит к дестабилизации биотехнологических свойств полуфабриката, влияет на потребитель-

ские свойства заварных сортов хлеба. Поэтому для реализации непрерывного цикла приготовления сброженной заварки в дискретном режиме производства заварных сортов хлеба актуальным является разработка модифицированной технологии заварных сортов хлеба, базируемой на научно обоснованном подходе к регулированию технологических параметров приготовления названного полуфабриката. Для этого необходимо установить взаимосвязь между рецептурным составом, технологическими параметрами приготовления сброженной заварки на каждой стадии производственного цикла и ее биотехнологическими свойствами, выявить оптимальные интервалы изменения, обеспечивающие требуемый качественный и количественный состав полуфабриката в дискретном режиме.

### Заключение

В результате проведенных исследований отмечена социальная значимость для потребителей Республики Беларусь заварных сортов хлеба из ржаной муки и смеси ржаной и пшеничной муки, изготавливаемых по традиционной технологии с использованием сброженной заварки. Выявлена проблема производства заварных сортов хлеба в дискретном режиме с реализацией непрерывного технологического цикла приготовления сброженной заварки.

Проведен анализ производственного цикла заварочных отделений хлебопекарных предприятий Республики Беларусь. Дана оценка диапазонов варьирования соотношения сырьевых компонентов и технологических параметров приготовления сброженной заварки в производственном цикле в дискретном режиме работы хлебопекарных предприятий. Установлено изменение в широком диапазоне количественного состава сырья и технологических параметров приготовления сброженной заварки на всех стадиях производственного цикла.

Выявлены основные дефекты сброженной заварки, приготовленной на основе осахаренной и заквашенной заварки, в дискретном режиме производства заварных сортов хлеба. Отмечена постоянная нестабильность биотехнологических свойств сброженной заварки на каждой стадии производственного цикла ее приготовления:

- конечная кислотность осахаренной заварки изменяется от 2,2 град. до 6,0 град.;
- общее количество молочнокислых бактерий в заквашенной заварке варьируется от  $(870 \pm 20) \cdot 10^6$  ед/г до  $(2230 \pm 20) \cdot 10^6$  ед/г, их активность изменяется от 50 мин до 136 мин, показатель кислотности находится в диапазоне от 4,4 град. до 13,8 град.;
- конечная кислотность охлажденной заквашенной заварки увеличивается на (1,0–4,0) град. по сравнению с заваркой, полученной непосредственно после стадии заквашивания;
- в сброженной заварке количественный состав дрожжевых клеток изменяется от  $(130 \pm 10) \cdot 10^6$  ед/г до  $(345 \pm 10) \cdot 10^6$  ед/г, молочнокислых бактерий – от  $(1145 \pm 20) \cdot 10^6$  ед/г до  $(3150 \pm 20) \cdot 10^6$  ед/г, активность микроорганизмов варьируется от 30 мин до 96 мин, показатель кислотности находится в диапазоне от 9,2 град. до 15,8 град, показатель подъемной силы от 22 мин до 55 мин.

Показано, что в дискретном режиме при реализации непрерывного цикла приготовления сброженной заварки возникают различные дефекты этого полуфабриката, а внесение изменений в технологические параметры не может быть реализовано на текущей стадии производственного цикла.

Установлена необходимость совершенствования производственного цикла сброженной заварки в дискретном режиме путем поиска взаимосвязи между количественным составом рецептурных компонентов, технологическими параметрами поэтапного приготовления сброженной заварки и ее биотехнологическими свойствами для выявления оптимальных диапазонов варьирования, обеспечивающие требуемый качественный и количественный состав полуфабриката в дискретном режиме.

### Благодарности

Исследование выполнено в рамках проекта Государственной программы научных исследований Республики Беларусь «Качество и эффективность агропромышленного производства 3.68» по теме «Оптимизация технологического цикла сброженной заварки, полученной на основе осахаренной и

заквашенной заварки, путем моделирования жизнедеятельности популяций симбиотически развивающихся в них микроорганизмов в дискретном режиме производства хлеба» (ГЗ 19–05, номер государственной регистрации 20191859).

### Литература

- Аношкина Г.В. Производство хлеба из ржаной и смеси ржано-пшеничной муки // Хлебопродукты. 2001. № 1. С. 23-25.
- Афанасьева О.В. Микробиология хлебопекарного производства. Санкт-Петербург: Береста, 2003. 220 с.
- Гуринова Т.А., Самуйленко Т.Д., Назаренко Е.А. Исследование технологического процесса приготовления сброженных заварок в постоянно изменяющихся условиях работы хлебопекарных предприятий // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. 2013. № 2(15). С. 9-13.
- Дремучева Г.Ф. Ржаной хлеб в России: вчера, сегодня, завтра // Хлебопекарное и кондитерское производство. 2003. № 2. С. 1-3.
- Карнышова Л.В., Севастей Л.И. Методические указания по проведению испытаний качества полуфабрикатов хлебопекарного производства / Научно-производственное республиканское унитарное предприятие «Белтехнохлеб». Минск, 2008. 15 с.
- Колосовская Л.С. Сборник технологических инструкций по производству хлебобулочных изделий / Государственное предприятие «Белтехнохлеб». Минск: Бизнесофсет, 2011. Т. 1. 348 с.
- Косован А.П. Экономические и социальные аспекты производства хлеба с использованием ржаной муки // Хлебопечение России. 2006. № 6. С. 4-5.
- Кузнецова Л.И., Синявская Н.Д., Афанасьева О.В., Фленова Е.Г. Производство заварных сортов хлеба с использованием ржаной муки: монография. Санкт-Петербург: ГосНИИХП, 2003. 298 с.
- Овсянникова Л.А. Первый каравай Беларуси – 2017 // Пекарь и кондитер. 2018. № 2. С. 9-13.
- Овсянникова Л.А. Первый каравай Беларуси – 2018 // Пекарь и кондитер. 2019. № 2. С. 8-11.
- Овсянникова Л.А. Хлебные итоги – 2009 // Хлебопек. 2010. № 2. С. 4-9.
- Овсянникова Л.А. Хлебные итоги – 2010 // Хлебопек. 2011. № 2. С. 4-8.
- Овсянникова Л.А., Тепко Н.И. Хлебопечение Беларуси – итоги 2003 года // Хлебопек. 2004. № 2. С. 6-7.
- Овсянникова Л.А. Хлебопечение Беларуси – итоги 2008 года // Хлебопек. 2009. № 2. С. 8-11.

- Овсянникова Л.А. Хлебопечение Беларуси – 2006 // Хлебопек. 2007. № 2. С. 4-6.
- Овсянникова Л.А. Хлебопечение Беларуси – 2007 // Хлебопек. 2008. № 2. С. 5-6.
- Овсянникова Л.А. Хлебопечение Беларуси – 2011 // Хлебопек. 2012. № 1. С. 4-8.
- Овсянникова Л.А. Хлебопечение Беларуси – 2012 // Хлебопек. 2013. № 1. С. 4-10.
- Овсянникова Л.А. Хлебопечение Беларуси – 2013 // Хлебопек. 2014. № 1. С. 16-22.
- Овсянникова Л.А. Хлебопечение Беларуси – 2014 // Хлебопек. 2015. № 1. С. 6-11.
- Овсянникова Л.А. Хлебопечение Беларуси – 2015 // Хлебопек. 2016. № 1. С. 9-11.
- Овсянникова Л.А. Хлебопечение Беларуси – 2016 // Пекарь и кондитер. 2017. № 2. С. 4-9.
- Овсянникова Л.А. 2004 год – отраслевые итоги // Хлебопек. 2005. № 2. С. 6-8.
- Овсянникова Л.А. 2005 – итоги работы // Хлебопек. 2006. № 1. С. 6-8.
- Самуйленко Т.Д., Гуринова Т.А., Акулич А.В. Особенности использования кислотообразующих микроорганизмов для приготовления жидких ржаных полуфабрикатов при различных режимах производства хлеба // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. 2018. № 2(25). С. 3-10.
- Старовойтова А.И., Базан А.И., Фидаров Ф.М., Федоренчик Л.А. Методические указания по проведению санитарно-микробиологического контроля на хлебопекарных предприятиях / Государственное предприятие «Белтехнохлеб». Лаборатория индикации возбудителей инфекционных и паразитарных заболеваний ГУ «Республиканский центр гигиены и эпидемиологии» Минздрава Республики Беларусь. Минск, 2002. 30 с.
- Цыганова Т.Б. Технология и организация производства хлебобулочных изделий. Москва: Академия, 2006. 447 с.
- Arendt E.K., Ryan L.A.M., Bello F.D. Impact of sourdough on the texture of bread // Food Microbiology. 2007. Vol. 24, issue 2. P. 165-174. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.07.011>.
- Campo E., Del Arco L., Urtasun L., Oria R., Ferrer-Mairal A. Impact of sourdough on sensory properties and consumers preference of gluten-free breads enriched with teff flour // Journal of Cereal Science. 2016. Vol. 67. P. 75-82. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.09.010>.
- Decock P., Cappelle S. Bread technology and sourdough technology // Trends in Food Science & Technology. 2005. Vol. 16, issue 1-3. P. 113-120. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2004.04.012>.
- Salim-ur-Rehman, Paterson A., Piggott J.R. Flavour in sourdough breads: a review // Trends in Food Science & Technology. 2006. Vol. 17, issue 10. P. 557-566. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2006.03.006>
- Torrieri E., Pepe O., Ventrino V., Masi P., Cavella S. Effect of sourdough at different concentrations on quality and shelf life of bread // LWT – Food Science and Technology. 2014. Vol. 56, issue 2. P. 508-516. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.12.005>.
- Van Kerrebroeck S., Comasio A., Harth H., De Vuyst L. Impact of starter culture, ingredients, and flour type on sourdough bread volatiles as monitored by selected ion flow tube-mass spectrometry // Food Research International. 2018. Vol. 106. P. 254-262. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.068>.

# Analysis of the production cycle of fermentation rooms of bakery enterprises of the Republic of Belarus

**Alexander V. Akulich**

*Mogilev State University of Food Technologies  
3 Schmidt Ave., Mogilev, Republic of Belarus, 212027  
E-mail: mgup@mogilev.by*

**Tatyana D. Samuilenko**

*Mogilev State University of Food Technologies  
3 Schmidt Ave., Mogilev, Republic of Belarus, 212027  
E-mail: TataSam@tut.by*

In the Republic of Belarus the assortment and traditional biotechnology of malt breads made from rye flour and a mixture of rye and wheat flour are of social importance. Fermented semi-finished product made under continuous mode of operation is mainly used in the traditional technology of malt breads at Belarusian bakery enterprises. At the present stage of the development of the bakery industry there appeared a problem of producing malt bread under discrete mode with continuous production cycle applied for the preparation of the fermented half-finished product. Currently, there are no recommendations at the national and international levels about the application of traditional technology for the fermented semi-finished product under discrete mode of malt bread production, and research data on scientifically substantiated regulation of technological parameters of this type of semi-finished product are not available. The aim of the study is to substantiate theoretically the benefits of introducing a modified technology for malt breads under discrete mode based on optimizing the production cycle of the fermented semi-finished product. The studies were carried out at operating bakery enterprises of the Republic of Belarus and educational institution «Mogilev State University of Food Technologies». Information data from the journals of the running of fermentation rooms and dispatching of bakery enterprises, converted semi-finished product, fermented semi-finished product, leavened semi-finished product were chosen as objects of the research. Generally accepted and ad hoc methods of analysis of semi-finished products of bakery production were used in carrying out the study. Technological features for the preparation of the fermented semi-finished product were found out. Recipes and technological parameters for the preparation of the fermented semi-finished product in the production cycle under discrete mode of operation of bakery enterprises of the Republic of Belarus were estimated. There were determined the intervals for changing the quantitative composition of the fermented semi-finished product and the technological parameters of its preparation. The main defects of semi-finished products that appear in their preparation under discrete mode were revealed. Instability of biotechnological properties (quantitative and qualitative composition of microorganisms, their activity, acidity, raising capacity) of the fermented semi-finished product being manufactured are shown. There also have been determined the general directions for improving the production cycle of the fermented semi-finished product under discrete mode that are based on the optimization of the technological parameters.

**Keywords:** discrete mode, malt breads, converted semi-finished product, leavened semi-finished product, fermented semi-finished product, semi-finished product defects, biotechnological properties, technological parameters

## Reference

- Afanas'eva O.V. Mikrobiologiya khlebopekarnogo proizvodstva [Microbiology of bakery production]. S-Peterburg: Beresta, 2003. 220 p.
- Anoshkina G.V. Proizvodstvo khleba iz rzhanoi i smesi rzhano-pshenichnoi muki [Production of bread from rye and rye-wheat flour mixture]. *Khleboprodukty [Bread products]*, 2001, no 1, pp. 23-25.
- Dremucheva G.F. Rzhanoi khleb v Rossii: vchera, segodnya, zavtra [Rye bread in Russia: yesterday, today, tomorrow]. *Khlebopekarnoe i konditerskoe proizvodstvo [Bakery and confectionery production]*, 2003, no. 2, pp. 1-3.
- Gurinova T.A., Samuilenko T.D., Nazarenko E.A. Issledovanie tekhnologicheskogo protsessa prigotovleniya sbrozhenykh zavarok v postoyanno izmenyayushchikhsya usloviyakh raboty khlebopekarnykh predpriyatii [Investigation of the technological process for the preparation of fermented tea leaves in the constantly changing operating conditions of bakery enterprises]. *Vestnik Mogilevskogo gosudarstvennogo universiteta prodovol'stviya [Bulletin of the Mogilev State University of Food]*, 2013, no. 2(15), pp. 9-13.

- Karnyshova L.V., Sevastei L.I. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu ispytaniy kachestva polufabrikatov khlebopekarnogo proizvodstva [Guidelines for testing the quality of semi-finished products for bakery production]. Minsk, 2008. 15 p.
- Kolosovskaya L.S. Sbornik tekhnologicheskikh instruktsii po proizvodstvu khlebobulochnykh izdelii [Collection of technological instructions for the production of bakery products]. Minsk: Biznesofset, 2011. Vol. 1. 348 p.
- Kosovan A.P. Ekonomicheskie i sotsial'nye aspekty proizvodstva khleba s ispol'zovaniem rzhanoi muki [Economic and social aspects of bread production using rye flour]. *Khlebopechenie Rossii [Bakery of Russia]*, 2006, no. 6, pp. 4-5.
- Kuznetsova L.I., Sinyavskaya N.D., Afanas'eva O.V., Flenova E.G. Proizvodstvo zavarnykh sortov khleba s ispol'zovaniem rzhanoi muki [Production of custard breads using rye flour]. S-Peterburg: GosNIIKhP, 2003. 298 p.
- Ovsyannikova L.A. 2004 god – otraslevye itogi [2004 - industry results]. *Pekar' i konditer [Baker and pastry chef]*, 2005, no. 2, pp. 6-8.
- Ovsyannikova L.A. 2005 – itogi raboty [2005 - results of work]. *Khlebopek [Baker]*, 2006, no. 1. pp. 6-8.
- Ovsyannikova L.A. Khlebnye itogi – 2009 [Bread totals - 2009]. *Khlebopek [Baker]*, 2010, no. 2, pp. 4-9.
- Ovsyannikova L.A. Khlebnye itogi – 2010 [Bread totals - 2009]. *Khlebopek [Baker]*, 2011, no. 2, pp. 4-8.
- Ovsyannikova L.A. Khlebopechenie Belarusi – 2006 [Bakery of Belarus - 2006]. *Khlebopek [Baker]*, 2007, no. 2, pp. 4-6.
- Ovsyannikova L.A. Khlebopechenie Belarusi – 2007 [Bakery of Belarus - 2007]. *Khlebopek [Baker]*, 2008, no. 2, pp. 5-6.
- Ovsyannikova L.A. Khlebopechenie Belarusi – 2011 [Bakery of Belarus - 2011]. *Khlebopek [Baker]*, 2012, no. 1, pp. 4-8.
- Ovsyannikova L.A. Khlebopechenie Belarusi – 2012 [Bakery of Belarus - 2012]. *Khlebopek [Baker]*, 2013, no. 1, pp. 4-10.
- Ovsyannikova L.A. Khlebopechenie Belarusi – 2013 [Bakery of Belarus - 2013]. *Khlebopek [Baker]*, 2014, no. 1. pp. 16-22.
- Ovsyannikova L.A. Khlebopechenie Belarusi – 2014 [Bakery of Belarus - 2014]. *Khlebopek [Baker]*, 2015, no. 1, pp. 6-11.
- Ovsyannikova L.A. Khlebopechenie Belarusi – 2015 [Bakery of Belarus - 2015]. *Khlebopek [Baker]*, 2016, no. 1, pp. 9-11.
- Ovsyannikova L.A. Khlebopechenie Belarusi – 2016 [Bakery of Belarus - 2016]. *Pekar' i konditer [Baker and pastry chef]*, 2017, no. 2. pp. 4-9.
- Ovsyannikova L.A. Khlebopechenie Belarusi – itogi 2008 goda [Bakery of Belarus - results of 2008]. *Khlebopek*, 2009, no. 2, pp. 8-11.
- Ovsyannikova L.A. Pervyi karavai Belarusi – 2017 [The first loaf of Belarus - 2017]. *Pekar' i konditer*, 2018, no. 2, pp. 9-13.
- Ovsyannikova L.A. Pervyi karavai Belarusi – 2018 [The first loaf of Belarus - 2018]. *Pekar' i konditer*. 2019, no. 2, pp. 8-11.
- Ovsyannikova L.A., Tepko N.I. Khlebopechenie Belarusi – itogi 2003 goda [Bakery of Belarus - results of 2003]. *Khlebopek [Baker]*, 2004, no. 2, pp. 6-7.
- Starovoitova A.I., Bazan A.I., Fidarov F.M., Fedorenchik L.A. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu sanitarno-mikrobiologicheskogo kontrolya na khlebopekarnykh predpriyatiyakh [Methodical instructions for conducting sanitary and microbiological control at bakery enterprises]. Minsk, 2002. 30 p.
- Tsyganova T.B. Tekhnologiya i organizatsiya proizvodstva khlebobulochnykh izdelii [Technology and organization of production of bakery products]. Moscow: Akademiya, 2006. 447 p.
- Arendt E.K., Ryan L.A.M., Bello F.D. Impact of Sourdough on the Texture of Bread. *Food Microbiology*, 2007, vol. 24. issue 2, pp. 165-174. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.07.011>.
- Campo E., Del Arco L., Urtasun L., Oria R., Ferrer-Mairal A. Impact of Sourdough on Sensory Properties and Consumers Preference of Gluten-Free Breads Enriched with Teff Flour. *Journal of Cereal Science*, 2016, vol. 67, pp. 75-82. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.09.010>.
- Decock P., Cappelle S. Bread Technology and Sourdough Technology. *Trends in Food Science & Technology*. 2005, vol. 16, issue 1-3, pp. 113-120. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2004.04.012>.
- Salim-ur-Rehman, Paterson A., Piggott J.R. Flavour in Sourdough Breads: A Review. *Trends in Food Science & Technology*, 2006, vol. 17, issue 10. pp. 557-566. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2006.03.006>
- Samuilenko T.D., Gurinova T.A., Akulich A.V. Osobennosti Ispol'zovaniya Kislotoobrazuyushchikh Mikroorganizmov Dlya Prigotovleniya Zhidkikh Rzhanykh Polufabrikatov Pri Razlichnykh Rezhimakh Proizvodstva Khleba. *Vestnik Mogilevskogo Gosudarstvennogo Universiteta Prodovol'stviya*, 2018, no. 2(25), pp. 3-10.
- Torrieri E., Pepe O., Ventrino V., Masi P., Cavella S. Effect of Sourdough at Different Concentrations on Quality and Shelf Life of Bread. *LWT – Food Science and Technology*, 2014, vol. 56, issue 2, pp. 508-516. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.12.005>.
- Van Kerrebroeck S., Comasio A., Harth H., De Vuyst L. Impact of Starter Culture, Ingredients, and Flour Type on Sourdough Bread Volatiles as Monitored by Selected Ion Flow Tube-Mass Spectrometry. *Food Research International*, 2018, vol. 106, pp. 254-262. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.068>.