

## ВЛИЯНИЕ СОСТАВА МУЧНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СУБСТРАТОВ НА ПРОЦЕСС КИСЛОТОНАКОПЛЕНИЯ В РЖАНЫХ ЗАВАРКАХ ПРИ ОДНОСТАДИЙНОМ СПОСОБЕ ИХ ПРИГОТОВЛЕНИЯ

*Т. Д. Самуйленко, Т. А. Гуринова, А. В. Акулич, В. П. Хаитбаева*

*Могилёвский государственный университет продовольствия, Республика Беларусь*

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** В дискретном режиме работы хлебопекарных предприятий ржаные заварки имеют нестабильные биотехнологические свойства, что отрицательно сказывается на качестве заварных сортов хлеба из ржаной муки и смеси ржаной и пшеничной муки. Впервые предложено для приготовления заварок применять консорциум микроорганизмов, что позволит перейти к одностадийному способу их приготовления с требуемыми биотехнологическими свойствами. Научной задачей исследования явилось обоснование выбора консорциума молочнокислых бактерий и бифидобактерий и изучение динамики кислотонакопления в ржаных заварках при одностадийном способе их приготовления.

**Материалы и методы.** В качестве материалов исследований выбран консорциум молочнокислых бактерий и бифидобактерий, образцы мучных питательных субстратов различного состава, включающих муку ржаную, в том числе экструзионную, солод ржаной ферментированный, сыворотку молочную сухую, траву эхинацеи пурпурную. Использовались общепринятые для хлебопекарной отрасли методы.

**Результаты.** Внесение в состав мучных питательных субстратов муки ржаной экструзионной, солода ржаного ферментированного, молочной сыворотки и травы эхинацеи пурпурной обеспечивает активное кислотонакопление в ржаных заварках с применением консорциума микроорганизмов из бактериального концентрата. Установлена концентрация данных ингредиентов в составе субстратов. Диапазон варьирования продолжительности брожения заварок при одностадийном способе их приготовления составляет 6–19 ч. Определена максимальная титруемая кислотность при культивировании консорциума микроорганизмов с использованием предложенных мучных питательных субстратов через 48 ч.

**Выводы.** Исследуемый компонентный состав питательных субстратов существенно влияет на жизнеспособность микроорганизмов и динамику кислотонакопления в ржаных заварках. Это позволяет изменять продолжительность культивирования микроорганизмов из бактериального концентрата и получать заварки с требуемыми биотехнологическими свойствами. Указанные ингредиенты предложено вносить в базовый состав ржаной заварки в дискретном режиме производства заварных сортов хлеба из ржаной муки и смеси ржаной и пшеничной муки.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *дискретный режим, ржаные заварки, консорциум микроорганизмов, молочнокислые бактерии, бифидобактерии, бактериальный концентрат, состав мучных питательных субстратов, кислотность.*

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Самуйленко, Т. Д. Влияние состава мучных питательных субстратов на процесс кислотонакопления в ржаных заварках при одностадийном способе их приготовления / Т. Д. Самуйленко [и др.] // Вестник МГУП. – 2019. – № 1 (26). – С. 44–52.

## THE EFFECT OF FLOUR NUTRIENT SUBSTRATE COMPOSITION ON THE FORMATION OF ACIDS IN RYE SOURDOUGH PRODUCED AT ONE-STAGE METHOD

*T. D. Samuylenko, T. A. Gurinova, A. V. Akulich, V. P. Haitbaeva*

*Mogilev State University of Food Technologies, Republic of Belarus*

### ABSTRACT

**Introduction.** Rye sourdoughs have unstable biotechnological properties in discrete mode of operation of bakery enterprises which results in a negative impact on the consumer properties of national types of rye flour and a mixture of rye and wheat flours. For the first time it is proposed to use a consortium of microor-

ganisms for the preparation of rye sourdoughs, which will make it possible to move to a one-stage method of their preparation with the required biotechnological properties. The scientific objective of the study is to substantiate the choice of a consortium of lactic acid bacteria and bifidobacteria and consider the dynamics of acidity in rye sourdoughs with a one-stage method of their preparation using the named consortium.

**Materials and methods.** The object of the research was a consortium of lactic acid bacteria and bifidobacteria, samples of flour nutrient substrates of different composition with rye flour, including flour extruded, rye malt fermented, milk whey powder, *Echinacea purpurea herba*. Generally accepted methods for the baking industry were used.

**Results.** The increase in the composition of flour nutrient substrates of rye extruded flour and rye fermented malt from the minimum to the maximum value in the study range, the presence of dairy whey and *Echinacea purpurea herba* provided more active acid accumulation in rye sourdoughs using a domestic consortium of microorganisms from bacterial concentrate. The concentration of these ingredients in the composition of substrates is established. The duration of the fermentation of rye sourdough with one-step methods of their preparation amounted to 6 to 19 h. The maximum titratable acidity in the cultivation of a consortium of microorganisms using the proposed flour nutrient substrates after 48 h is determined.

**Conclusions.** The investigated component composition of nutrient substrates significantly affects the viability of microorganisms and the dynamics of acidity in rye sourdough. This allows us to change the duration of cultivation of microorganisms from bacterial concentrate and obtain rye sourdough with the required biotechnological properties. It is proposed to introduce these ingredients into the base composition of rye sourdough in discrete mode of production of national types of scalded breads from rye flour and a mixture of rye and wheat flour.

**KEY WORDS:** *discrete mode, rye sourdough, consortium of microorganisms, lactic acid bacteria, bifidobacteria, bacterial concentrate, composition of flour nutrient substrates, acidity.*

**FOR CITATION:** Samuylenko T. D., Gurinova T. A., Akulich A. V., Haitbaeva V. P. The effect of composition of flour nutrient substrates on the formation of acid in rye sourdough produced at one stage method. Bulletin of Mogilev State University of Food Technologies. 2019. No.1 (26). P. 44–52. (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

Заварные сорта хлеба из ржаной муки и смеси ржаной и пшеничной муки в Республике Беларусь можно отнести к национальным сортам. Они имеют высокие потребительские свойства. Это обуславливает их востребованность в нашей стране, которая подтверждается постоянным увеличением доли заявок торговых организаций на данный ассортимент. Заварные сорта хлеба являются востребованными и за рубежом. Это подтверждается ежегодным увеличением их экспорта в Российскую Федерацию, Украину, Азербайджан, Израиль, страны Европейского Союза, Соединенные Штаты Америки и другие страны.

Высокие потребительские свойства заварных сортов хлеба полностью зависят от биотехнологических свойств используемых ржаных заквасок, в которых целенаправленно культивируются специфические микроорганизмы [1]. Жизнеспособность этих микроорганизмов, их качественный и количественный состав, активность, качественный и количественный состав мучных питательных субстратов на каждой стадии производственного цикла влияют на биотехнологические свойства ржаных заквасок [2–4]. Стабильность биотехнологических свойств ржаных заквасок обеспечивается только при круглосуточном режиме работы хлебопекарных предприятий с постоянной производительностью по ассортименту заварных сортов хлеба.

В современных условиях хлебопекарные предприятия работают в дискретном режиме, обусловленном заявками торговых организаций на данный ассортимент. Традиционная технология приготовления ржаных заквасок в таком режиме сложно реализуема. Это связано с тем, что технологический цикл приготовления ржаных заквасок может включать от 3 до 6 стадий (для сравнения, при приготовлении других жидких кислотообразующих полуфабрикатов используется 1–2 стадии). На каждой стадии технологического цикла используются разные микроорганизмы по одному виду или в консорциуме, которые имеют свои оптимальные жизнедеятельности. Условия развития уже используемых микроорганизмов на каждой стадии технологического цикла существенно отличаются. Разница температур на смеж-

ных стадиях технологического цикла может достигать 20 °С, то есть на одной стадии составляет 28–30 °С, а на другой стадии находится в пределах 45–55 °С. Для адаптации микроорганизмов, используемых в следующей стадии технологического цикла, необходимо вводить дополнительные операции по подготовке полуфабриката с предыдущей стадии (охлаждение, подогрев, внесение дополнительных компонентов). Продолжительность каждой стадии технологического цикла также отличается и может варьироваться от 60 мин до 480 мин, а весь технологический цикл приготовления заварных сортов хлеба может доходить и до 24 ч. Использование индивидуального подхода, базируемого на субъективном варьировании технологических параметров, приводит к снижению жизнеспособности культивируемых микроорганизмов и их активности, к нарушению соотношения отдельных микроорганизмов в консорциуме, в некоторых случаях к гибели микроорганизмов, и, как следствие, к изменению качественного и количественного состава продуктов метаболизма. Полученные в таких условиях ржаные заварки имеют нестабильные биотехнологические свойства, что отрицательно сказывается на потребительских свойствах заварных сортов хлеба и существенно влияет на экономическую эффективность в работе хлебопекарных предприятий. Стоит отметить, что рекомендации по приготовлению ржаных заварок в дискретном режиме полностью отсутствуют в научной и методической литературе.

Таким образом, на современном этапе развития хлебопекарной отрасли возникло противоречие между дискретным режимом производства заварных сортов хлеба из ржаной муки и смеси ржаной и пшеничной муки и необходимостью реализации непрерывного многостадийного цикла приготовления ржаных заварок по традиционной технологии.

В связи с вышеизложенным своевременным и актуальным является применение консорциумов микроорганизмов, обладающих стабилизирующим кислотонакоплением, ранее неиспользуемых при производстве заварных сортов хлеба и позволяющих перейти к однофазному способу приготовления ржаных заварок с требуемыми биотехнологическими свойствами. За рубежом существуют некоторые научные разработки, связанные с использованием различных консорциумов микроорганизмов при производстве хлеба [5–14]. Однако их применение предлагается только в технологии приготовления хлеба, преимущественно из пшеничной муки, с использованием заквасок. Такая тенденция связана с тем, что за рубежом сорта хлеба из ржаной муки и смеси ржаной и пшеничной муки по традиционной технологии практически не производятся, за исключением стран Прибалтики.

Стоит отметить, что в Республике Беларусь существуют некоторые коллекции консорциумов микроорганизмов в виде бактериальных концентратов для пищевой промышленности, позволяющие осуществлять однофазный способ приготовления полуфабрикатов и пищевых продуктов в дискретном режиме их производства. В этих бактериальных концентратах, в большинстве случаев, используются те же виды молочнокислых бактерий, что и для полуфабрикатов в хлебопекарном производстве. Есть бактериальные концентраты, содержащие в своем составе дополнительно бифидобактерии. Закономерности развития этих микроорганизмов в полуфабрикатах в молочном и хлебопекарном производствах являются схожими. Существует опыт использования некоторых бактериальных концентратов при производстве жидких заквасок, применяемых при приготовлении хлеба из пшеничной муки и смеси ржаной и пшеничной муки [15–19]. Поэтому возникли предпосылки исследования возможности использования бактериальных концентратов при приготовлении ржаных заварок в дискретном режиме производства заварных сортов хлеба из ржаной муки и смеси ржаной и пшеничной муки.

Предполагается, что применение консорциума микроорганизмов в виде бактериального концентрата, ранее неиспользуемых в хлебопекарной отрасли, при производстве ржаных заварок позволит реализовать однофазный способ их приготовления и получить полуфабрикат с требуемыми биотехнологическими свойствами, в частности кислотностью, что обеспечит высокие потребительские свойства заварных сортов хлеба при различной дискретности в режиме работы хлебопекарных предприятий.

Объектом исследований явились биотехнологические свойства ржаных заварок, получае-

мых с использованием многостадийного и одностадийного способа приготовления в дискретном режиме производства заварных сортов хлеба.

Предметом исследований являлись качественный и количественный состав мучных питательных субстратов, продолжительность брожения ржаных заварок при одностадийном способе их приготовления, кислотонакопление в ржаных заварках при одностадийном способе их производства с использованием консорциума молочнокислых бактерий и бифидобактерий.

Цель исследования – разработка состава и технологии получения ржаных заварок с заданными биотехнологическими свойствами для осуществления производства заварных сортов хлеба в дискретном режиме на хлебозаводах любой производительности.

Научной задачей исследования явилось обоснование выбора консорциума молочнокислых бактерий и бифидобактерий и изучение динамики кислотонакопления в ржаных заварках при одностадийном способе их приготовления с применением названного консорциума, ранее неиспользуемого в технологии заварных сортов хлеба из ржаной муки и смеси ржаной и пшеничной муки.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в лабораториях кафедры технологии хлебопродуктов учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия».

Источником консорциума микроорганизмов в исследованиях был бактериальный концентрат «М-рго 1». В качестве материалов использовали мучные питательные субстраты различного состава и ржаные заварки, полученные на основе этих субстратов с внесением бактериального концентрата.

Подготовку образцов осуществляли следующим образом. Образцы мучных питательных субстратов в количестве 100,0 г смешивали с водой или молочной сывороткой в жидком виде с температурой 95 °С. Температура ржаной заварки составила 65 °С, влажность была на уровне 78,0 %. Затем образцы ржаных заварок охлаждались до температуры 35 °С в условиях лаборатории в течение 60 мин. В этот же период времени микроорганизмы из бактериального концентрата активировали. Бактериальный концентрат в необходимом количестве вносили в пробирку, затем туда добавляли молочную сыворотку в жидком виде с температурой 35 °С в количестве 10 см<sup>3</sup>. Подготовленный бактериальный концентрат выдерживали в термостате при этой же температуре в течение 60 мин. Активированный консорциум микроорганизмов из бактериального концентрата вносили в ржаные заварки, которые выдерживали при температуре 35 °С в течение 48 ч. Каждые 3 ч в течение 24 ч и через 48 ч оценивали процесс кислотонакопления в образцах ржаных заварок.

Для оценки показателя кислотности в ржаных заварках использовали общепринятые для хлебопекарной отрасли методы определения (метод титрования и потенциометрический метод). Опыты повторяли 3–5 раз. Результаты обработаны статистическими методами с вероятностью 0,95. Ошибка опыта 5,0 %.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выбор бактериального концентрата основывался преимущественно на требованиях, которые предъявляются к микроорганизмам, культивируемым в ржаных полуфабрикатах:

– микроорганизмы бактериального концентрата должны иметь оптимальные технологические параметры культивирования, находящиеся в том же диапазоне, что и для микроорганизмов традиционных ржаных заварок (температура – от 30 до 40 °С, активная кислотность рН – от 4,5 до 5,5, максимально накопленная титруемая кислотность при культивировании в мучном питательном субстрате 120 – 180 град. Тернера);

– микроорганизмы бактериального концентрата должны обеспечивать величину коэффициента брожения на уровне этого показателя для ржаных заварок;

– микроорганизмы бактериального концентрата в процессе жизнедеятельности должны продуцировать не только молочную кислоту, но и вкусоароматические вещества, а также

вещества предотвращающие развитие контаменантных микроорганизмов;

- микроорганизмы в бактериальном концентрате должны быть биологически совместимы;
- бактериальный концентрат должен обеспечивать удобство в доставке, хранении и подготовке к производству.

Проведенный анализ и ранее накопленный опыт исследований возможности использования бактериальных концентратов в хлебопекарном производстве [17] позволил предложить использование бактериального концентрата «IM-pro 1». Этот бактериальный концентрат представляет собой консорциумом высушенных молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum* и бифидобактерий *Bifidobacterium adolescentis*. Представленные молочнокислые бактерии *Lactobacillus plantarum* являются специфическими для ржаных заквасок, имеют высокий коэффициент брожения [2], а также существенно снижают количество контаменантных микроорганизмов. Представленные бифидобактерии *Bifidobacterium adolescentis* вырабатывают органические кислоты в процессе жизнедеятельности: уксусную кислоту и молочную кислоту (в соотношении 3:2), муравьиную кислоту и янтарную кислоту. Они образуют некоторые незаменимые аминокислоты из неорганических азотистых соединений, синтезируют некоторые витамины группы В, витамин К, дополнительно синтезируют вкусоароматические соединения. Все эти вещества являются стимуляторами роста для молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum*, что позволяет осуществлять совместное культивирование этих микроорганизмов в консорциуме. Таким образом, представленный выше консорциум молочнокислых бактерий и бифидобактерий будет способствовать накоплению тех же продуктов обмена, что и совместное культивирование гомоферментативных и гетероферментативных молочнокислых бактерий в ржаных заквасках и заквасках. Кроме того, представленный бактериальный концентрат «IM-pro 1» обладает высокой биологической активностью, устойчив к условиям внешней среды, обладает стабилизирующим кислотообразованием. Бактериальный концентрат «IM-pro 1» производится Институтом микробиологии Национальной академии наук Беларуси. Оптимальная температура культивирования микроорганизмов из бактериального концентрата составляет от 33 до 37 °С, оптимальная активная кислотность (рН) – 4,5–5,5.

Следующим этапом исследований явился выбор сырьевых компонентов для мучных питательных субстратов, используемых для культивирования микроорганизмов из бактериального концентрата «IM-pro 1». Для обеспечения эффективного развития микроорганизмов из бактериального концентрата в мучном питательном субстрате должны присутствовать основные питательные вещества (моносахариды и дисахариды), а также активаторы жизнедеятельности и стимуляторы роста. К последним относят пуриновые и пиримидиновые основания, минеральные вещества, витамины и витаминopodobные соединения, пищевые волокна (для бифидобактерий), а также вещества, которые способствуют проницаемости клеточных мембран и интенсифицируют проникновению питательных веществ через цитоплазматическую мембрану, и другие.

В хлебопекарном производстве источником моно- и дисахаридов для микроорганизмов, культивируемых в ржаных заквасках, являются преимущественно традиционные сырьевые компоненты (ржаная сеяная мука и неферментированный ржаной солод). Моно- и дисахариды образуются при гидролизе крахмала ржаной муки под воздействием ферментов неферментированного ржаного солода при определенных технологических параметрах. Этот процесс является весьма длительным, а в дискретном режиме производства не обеспечивает накопления стабильного количества этих питательных веществ. Для сокращения продолжительности технологического цикла, а также для стабилизации химического состава мучных питательных субстратов по количеству моно- и дисахаридов в дискретном режиме производства заквасных сортов хлеба было предложено использование ржаной экструзионной муки взамен части ржаной сеяной муки. В связи с этим отпадает необходимость применения в составе мучных питательных субстратов неферментированного ржаного солода. Для улучшения органолептической характеристики ржаных заквасок и, как следствие, потребительских свойств заквасных сортов хлеба было предложено использование ферментированного ржаного солода. Кроме того, этот традиционный сырьевой компонент также является источником

моно- и дисахаридов.

Для первоначальной активации микроорганизмов из бактериального концентрата «М-рго 1» необходимо введение в состав мучных питательных субстратов источников лактозы, в качестве которых было предложено применение молочной сыворотки в жидком или порошкообразном виде. Следует отметить, что молочная сыворотка давно используется в хлебопекарном производстве и может рассматриваться как традиционный компонент на современном этапе развития хлебопекарной отрасли [15].

В качестве дополнительного нетрадиционного сырьевого компонента предложено внесение в состав мучных питательных субстратов измельченной до размеров частиц муки травы эхинацеи пурпурной. Ранее проведенные исследования [18–19] показали, что этот сырьевой компонент позволяет стабилизировать жизненный цикл культивируемых микроорганизмов, поддерживать их активность длительный период времени в дискретном режиме работы хлебопекарных предприятий. Это обеспечивается наличием в составе травы эхинацеи пурпурной минеральных веществ, витаминов, азотистых соединений, моно- и дисахаридов, пектиновых и других веществ, которые способствуют поддержанию жизнеспособности клеток культивируемых микроорганизмов.

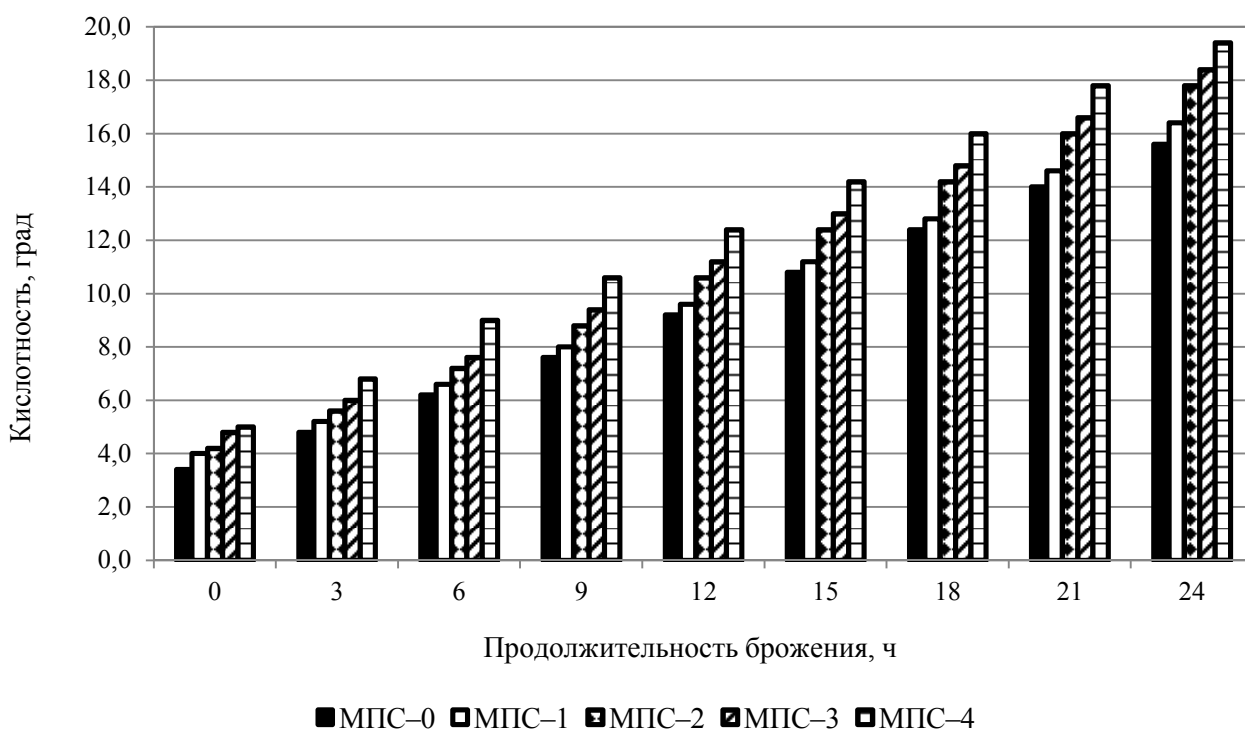
В качестве контрольного образца использовали образец с традиционным составом мучного питательного субстрата (МПС–0), применяемый при производстве ржаных заварок и содержащий ржаную сеяную муку, неферментированный ржаной солод [15]. Выбор соотношения между сырьевыми компонентами в опытных образцах основывался на их технологических свойствах и ранее проведенных исследованиях [15, 18–19]. Количество ржаной экструзионной муки варьировалось от 2,0 до 8,0 % от массы муки по унифицированной рецептуре для заварных сортов хлеба, количество ферментированного ржаного солода варьировалось также от 2,0 до 8,0 %, трава эхинацея пурпурная вносилась в состав мучных питательных субстратов с учетом адекватной нормы потребления ключевых биологически активных компонентов. В качестве опытных образцов были использованы следующие:

- образец с минимальным количеством ржаной экструзионной муки и неферментированного ржаного солода (МПС–1);
- образец с минимальным количеством ржаной экструзионной муки, неферментированного ржаного солода и дополнительным внесением травы эхинацеи пурпурной (МПС–2);
- образец с максимальным количеством ржаной экструзионной муки и неферментированного ржаного солода (МПС–3);
- образец с максимальным количеством ржаной экструзионной муки, неферментированного ржаного солода и дополнительным внесением травы эхинацеи пурпурной (МПС–4).

Результаты исследований показателя кислотности в течение 24 ч брожения ржаных заварок на основе мучных питательных субстратов различного состава с внесением консорциума микроорганизмов из бактериального концентрата представлены на рис. 1.

Анализ данных, представленных на рис. 1, показал, что темп роста кислотности в образцах зависит от состава мучных питательных субстратов, которые использовались для приготовления ржаных заварок. Так прирост кислотности в образце МПС–0 за 24 ч культивирования в нем консорциума микроорганизмов из бактериального концентрата составил 12,2 град. Увеличение в составе мучных питательных субстратов муки ржаной экструзионной и солода ржаного ферментированного с минимального до максимального значения в исследуемом диапазоне, наличие молочной сыворотки и травы эхинацеи пурпурной обеспечивало более активное кислотонакопление. Прирост кислотности составил до 14,4 град. Следует отметить, что на каждом этапе брожения уровень кислотности в опытных образцах был выше, чем в контрольном образце. Разница в показателях кислотности составляла до 3,8 град в зависимости от состава мучных питательных субстратов и продолжительности брожения ржаных заварок. Это можно объяснить тем, что именно увеличение в составе мучных питательных субстратов питательных веществ активизирует жизнедеятельность культивируемых микроорганизмов. Показатель кислотности в опытных образцах достигал нижнего рекомендуемого предела (9,0 град) в среднем через 6–12 ч после начала брожения, а верхнего рекомендуемо-

го предела (13,0 град) достигал через 13–19 ч. Такое изменение временного диапазона можно использовать при одностадийном получении ржаных заварок с теми или иными требуемыми биотехнологическими свойствами при дискретном режиме производства заварных сортов хлеба.



**Рис. 1.** Изменение кислотности ржаной заварки с использованием консорциума микроорганизмов из бактериального концентрата

**Fig. 1.** Changes in the acidity of the rye sourdough with the use of consortium of microorganisms from the bacterial concentrate

В ходе исследований установлена максимальная титруемая кислотность при культивировании консорциума микроорганизмов из бактериального концентрата с использованием предложенных мучных питательных субстратов, которая составила 120–180 градусов Тернера через 48 ч культивирования. Это подтвердило предположение о том, что оптимальные технологические параметры культивирования микроорганизмов из бактериального концентрата «IM-pro 1» соответствуют условиям культивирования микроорганизмов в ржаных заварках. Кроме того, постепенное образование кислотосодержащих веществ в течение 48 ч позволит регулировать продолжительность одностадийного приготовления ржаных заварок с использованием бактериального концентрата. Высокая титруемая кислотность позволит консервировать ржаные заварки, что ранее в хлебопекарной отрасли не представлялось возможным.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе анализа бактериальных концентратов и с учетом требований, предъявляемых к культивируемым в полуфабрикатах хлебопекарного производства микроорганизмам, предложено использование бактериального концентрата «IM-pro 1» при одностадийном приготовлении ржаных заварок.

Осуществлен выбор сырьевых компонентов для мучных питательных субстратов, используемых для культивирования микроорганизмов из бактериального концентрата «IM-pro 1». Изучен процесс кислотонакопления в полученных субстратах с использованием предложенного бактериального концентрата. Установлено, что увеличение в составе мучных питатель-

ных субстратов муки ржаной экструзионной, солода ржаного ферментированного, сыворотки молочной и наличие травы эхинацеи пурпурной обеспечивало более активное кислотонакопление. Установлено, что варьирование состава мучных питательных субстратов позволяет изменять продолжительность культивирования микроорганизмов из бактериального концентрата в диапазоне от 6 ч до 19 ч и одновременно получать ржаные заварки с требуемыми биотехнологическими свойствами в дискретном режиме производства заварных сортов хлеба.

Полученные данные являются основой для выявления динамики развития микроорганизмов из бактериального концентрата при однофазном способе приготовления ржаных заварок. Кроме того, установленные диапазоны варьирования продолжительности брожения ржаных заварок при однофазном способе их приготовления позволят осуществлять производство заварных сортов хлеба при различной дискретности предприятий любой производительности по выпуску данного ассортимента.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ауэрман, Л. Я. Технология хлебопекарного производства [Текст]: учебник для студентов вузов / Л. Я. Ауэрман. – 9-е изд., перераб. И доп. – СПб.: Профессия, 2009. – 415 с.
- 2 Афанасьева, О.В. Микробиология хлебопекарного производства [Текст] / О.В. Афанасьева. – СПб.: Береста, 2003. – 220 с.
- 3 Красникова, Л. В. Микробиологические процессы при производстве хлеба, кондитерских и макаронных изделий [Текст]: учебное пособие / Л.В. Красникова, И. Е. Кострова, Д. В. Машкин. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2007. – 132 с.
- 4 Гуринова, Т. А. Производство заварных сортов хлеба в условиях дискретного режима работы хлебопекарных предприятий Республики Беларусь [Текст] / Т. А. Гуринова, Т. Д. Самуйленко, А. В. Диваков, Н. М. Дерканосова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3 (38). – С. 109–115.
- 5 Petersen, M. A. Flavour of rye bread made with scalded flour [Text] / M. A. Petersen, A. Hansen, A. Venskaityte, G. Juodeikiene, A. Sventickaite // Using Cereal Science and Technology for the Benefit of Consumers: Proceedings of the 12th International ICC Cereal and Bread Congress, 24–26th May, 2004, Harrogate, UK, Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. – 2005. – pp. 69–73.
- 6 Salim-ur-Rehman. Flavour in sourdough breads: a review [Text] / Salim-ur-Rehman, Paterson and John R. Piggott // Trends in Food Science & Technology. – 2006. – № 17. – pp. 557–566.
- 7 Torrieri, E. Effect of sourdough at different concentrations on quality and shelf life of bread [Text] / E. Torrieri, O. Pepe, V. Ventorino, P. Masi, S. Cavella // LWT – Food Science and Technology. – 2014. – № 56. – pp. 508–516.
- 8 Van Kerrebroeck, S. Impact of starter culture, ingredients, and flour type on sourdough bread volatiles as monitored by selected ion flow tube-mass spectrometry [Text] / S. Van Kerrebroeck, A. Comasio, H. Harth, L. De Vuyst // Food Research International. – 2018. – № 106. – pp. 254–262.
- 9 Campo, E. Impact of sourdough on sensory properties and consumers preference of gluten-free breads enriched with teff flour [Text] / E. Campo, L. del Arco, L. Urtasun, R. Oria, A. Ferrer-Mairal // Journal of Cereal Science. – 2016. – № 67. – pp. 75–82.
- 10 Arendt, E. K. Impact of sourdough on the texture of bread [Text] / E. K. Arendt, L. A. M. Ryan, F. Dal Bello // Food Microbiology. – 2007. – № 24. – pp. 165–174.
- 11 Fujimoto, A. Identification of lactic acid bacteria and yeasts, and characterization of food components of sourdoughs used in Japanese bakeries [Text] / A. Fujimoto, K. Ito, N. Narushima, T. Miyamoto // Journal of Bioscience and Bioengineering. – 2019. – Vol. 127. – № 5. – pp. 575–581.
- 12 Weckx, S. Lactic acid bacteria community dynamics and metabolite production of rye sourdough fermentations share characteristics of wheat and spelt sourdough fermentations [Text] / S. Weckx, R. Van der Meulen, D. Maes, I. Scheirlinck, G. Huys, P. Vandamme, L. De Vuyst // Food Microbiology. – 2010. – № 27. – pp. 1000–1008.
- 13 P. Heenan, S. The sensory quality of fresh bread: Descriptive attributes and consumer perceptions [Text] / S. P. Heenan, J.-P. Dufour, N. Hamid, W. Harvey, C. M. Delahunty // Food Research International. – 2008. – № 41. – pp. 989–997.
- 14 Decock, P. Bread technology and sourdough technology [Text] / P. Decock, S. Cappelle // Trends in Food Science & Technology. – 2005. – № 16. – pp. 113–120.
- 15 Кузнецова, Л. И. Производство заварных сортов хлеба с использованием ржаной муки [Текст]: монография / Л. И. Кузнецова [и др.]. – СПб.: ГосНИИХП, 2003. – 298 с.
- 16 Самуйленко, Т. Д. Особенности использования кислотообразующих микроорганизмов для приготовления жидких ржаных полуфабрикатов при различных режимах производства хлеба [Текст] / Т. Д. Самуйленко, Т. А. Гуринова, А. В. Акулич // Вестник МГУП. – 2018. – № 2 (25). – С. 3–10.
- 17 Назаренко, Е. А. Влияние компонентного состава питательных сред на интенсивность брожения жидких заквасок с применением молочных бактериальных концентратов / Е. А. Назаренко [и др.] // Вестник МГУП. – 2016. – № 2 (21). – С. 3–8.
- 18 Теоретическое обоснование технологии производства и разработка импортозамещающей пищевой продукции функционального назначения на основе сухих композитных смесей (СКС) [Текст]: отчет о НИР (заключительный) / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; рук.



Т. Д. Самуйленко. – Могилев, 2015. – 161 с. – № ГР 20131943.

19 Моделирование жизненного цикла дрожжей и молочнокислых бактерий в биотехнологических процессах хлебопекарного производства [Текст]: отчет о НИР (заключительный) / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; рук. Т. Д. Самуйленко. – Могилев, 2018. – 205 с. – № ГР 20163247.

*Поступила в редакцию 13.06.2019 г.*

**ОБ АВТОРАХ:**

**Татьяна Дмитриевна Самуйленко**, кандидат технических наук, доцент, заведующий аспирантурой, Могилевский государственный университет продовольствия, e-mail: [TataSam@tut.by](mailto:TataSam@tut.by)

**Татьяна Александровна Гуринова**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии хлебопродуктов, Могилевский государственный университет продовольствия, e-mail: [gurinova09@tut.by](mailto:gurinova09@tut.by)

**Александр Васильевич Акулч**, доктор технических наук, профессор, Заслуженный изобретатель Республики Беларусь, проректор по научной работе, Могилевский государственный университет продовольствия, e-mail: [mgup@mogilev.by](mailto:mgup@mogilev.by)

**Виктория Павловна Хаитбаева**, магистрант, Могилевский государственный университет продовольствия, e-mail: [viktriya95@mail.ru](mailto:viktriya95@mail.ru)

**ABOUT AUTHORS:**

**Tatyana D. Samuylenko**, PhD (Engineering), Associate Professor, Head of Postgraduate Course, Mogilev State University of Food Technologies, e-mail: [TataSam@tut.by](mailto:TataSam@tut.by)

**Tatyana A. Gurinova**, PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Grain Products Technology, Mogilev State University of Food Technologies, e-mail: [gurinova09@tut.by](mailto:gurinova09@tut.by)

**Aleksander V. Akulich**, D. Sc. (Engineering), Professor, Honoured Inventor of the Republic of Belarus, Vice-rector for Scientific Work, Mogilev State University of Food Technologies, e-mail: [mgup@mogilev.by](mailto:mgup@mogilev.by)

**Victoriya P. Khaitbayeva**, master student, Mogilev State University of Food Technologies, e-mail: [vitriya95@mail.ru](mailto:vitriya95@mail.ru)