

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЖИДКОЙ ЗАКВАСКИ В ПОСТОЯННО ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ УСЛОВИЯХ РАБОТЫ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Самуйленко Т.Д.

**Научный руководитель – Гуринова Т.А., к.т.н., доцент
Могилевский государственный университет продовольствия
г. Могилев, Республика Беларусь**

Хлебопекарная отрасль является наиболее восприимчивой к рыночным изменениям и полностью зависит от колебаний спроса и предложения на этом рынке.

Данные экономико-статистических исследований показывают, что в последние годы среднесуточное потребление на душу населения хлебобулочных изделий во всем мире и в частности в Республике Беларусь сокращается. Раньше потребление хлебобулочных изделий одним человеком в сутки составляло более 400 г. В настоящее время этот показатель едва достигает 200 г, что соответствует 63...75% от уровня 2000 года [1]. Это явление объясняется прежде всего изменением рациона питания населения, так как с повышением уровня жизни появляется возможность приобретать более разнообразный ассортимент продовольственных товаров.

Несмотря на снижение потребления хлебобулочных изделий в целом, традиционно востребованным остается хлеб из ржаной муки и смеси ее с пшеничной, приготовленный по различным технологиям [2]. Производство этого хлеба на ведущих предприятиях отрасли таких, как предприятия Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, КУП «Минскхлебпром», Белкоопсоюза занимает значительную долю (более 70%) в общей их производительности. Ржано-пшеничный хлеб обладает стабильно высокими потребительскими свойствами (более интенсивной степенью окрашенности корки и мякиша, ярко выраженным вкусом и ароматом), полноценным химическим составом по содержанию незаменимых аминокислот, витаминов группы В и РР, минеральных веществ, пищевых волокон и пролонгированным периодом сохранения свежести [3].

Снижение потребления хлебобулочных изделий привело к существенному снижению производительности ряда предприятий по их выпуску, которая более чем в 2,5 раза ниже технических возможностей. Кроме того особенностью деятельности хлебопекарных предприятий в современных условиях являются также сезонные, внутригодовые, недельные колебания производительности по выпуску хлебобулочных изделий. Максимальная производительность в соответствии с заявками торговых организаций отмечается в понедельник, четверг и пятницу, в остальные дни недели снижается и минимального значения достигает в субботу и воскресенье. Недельные колебания производительности, в некоторых случаях, могут достигать до 46%. В сложившейся ситуации круглосуточный режим работы хлебопекарных предприятий в большинстве случаев нецелесообразен и малоэффективен. Современные предприятия практически повсеместно переходят на дискретный режим работы, что в свою очередь требует нетрадиционных подходов к организации технологического процесса

Особенно остро эта проблема проявляется при производстве хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной, обусловленная технологией его приготовления. Технология основана на использовании возобновляемых в непрерывном режиме и при

определенных параметрах технологического процесса жидкой закваски с завариванием части муки (далее ЖЗЗ). При ежедневном изменении производительности предприятий по выпуску этой группы хлебобулочных изделий, а также вынужденных перерывах, процесс возобновления ЖЗЗ является трудоемким и энергозатратным. Это связано с тем, что должно обеспечиваться сохранение первоначально внесенных микробиологических культур, в процессе жизнедеятельности которых происходит накопление специфических продуктов метаболизма, обуславливающих высокие потребительские свойства хлеба, повышение его микробиологической чистоты [4].

В настоящее время существуют различные рекомендации возобновления ЖЗЗ в постоянно изменяющихся условиях работы хлебопекарных предприятий, к которым можно отнести использование новых высокопродуктивных штаммов микроорганизмов и стартерных культур, нетрадиционного сырья в технологии ЖЗЗ с целью увеличения бродильной активности микроорганизмов, использование физических и химических методов активации бродильных микроорганизмов. Все эти способы предусматривают дополнительные затраты предприятия по их реализации, соответствующего технического оснащения и высококвалифицированного производственного персонала. Поэтому действующими хлебопекарными предприятиями стабильность биотехнологических свойств ЖЗЗ решается обособленно в индивидуальном порядке путем изменения технологических параметров ее возобновления на каждой стадии. Выбор определенной комбинации технологических параметров основан в каждом конкретном случае на логике, опыте и интуиции производственного персонала и, как правило, не оптимален, что не улучшает сложившуюся ситуацию в хлебопекарной отрасли и кроме того значительно влияет на потребительские свойства хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной.

Таким образом, исследование процесса возобновления ЖЗЗ, как многофакторной системы [5], и его оптимизация в постоянно изменяющихся условиях работы хлебопекарных предприятий является актуальным и представляет научный и практический интерес.

На первом этапе исследований изучали влияние регулируемых технологических факторов на процесс возобновления ЖЗЗ. В исследованиях использовали ЖЗЗ, приготовленную в производственных условиях предприятия №3 ОАО «Булочно-кондитерская компания «Домочай» г. Могилева с влажностью 81,0...82,0%, кислотностью 8,6...9,0 град и подъемной силой 26...30 мин. В качестве регулируемых факторов приняли X_1 – количество питательного субстрата, подаваемого на возобновление и варьируемое в пределах от 10 до 90%, X_2 – продолжительность брожения ЖЗЗ до 300 мин, X_3 – температуру, варьируемую в пределах $30 \pm 4^\circ\text{C}$. В ходе исследований оценивали органолептические показатели качества ЖЗЗ и ее биотехнологические свойства (Y_1 – общее количество молочнокислых бактерий, Y_2 – общее количество дрожжей, Y_3 – кислотность ЖЗЗ и Y_4 – подъемную силу).

Установлено, что при внесении 10...20% питательного субстрата при возобновлении ЖЗЗ готовность достигается уже через 120 мин, о чем свидетельствует увеличение объема в 2 раза, ярко выраженный вкус и аромат, показатель кислотности (9,2...9,4 град) и величина подъемной силы (25...29 мин). Дальнейшее увеличение продолжительности брожения приводит к переокислению полуфабриката и увеличению подъемной силы, что влечет за собой снижение степени разрыхленности теста, ухудшение органолептических показателей готовой продукции. Увеличение количества подаваемого питательного субстрата до 30...60% обеспечивает готовность полуфабриката по органолептическим показателям, кислотности и подъемной силе через 180...300 мин брожения. Причем при внесении 30% питательного субстрата

оптимальная кислотность (9,4 град) достигается через 180 мин брожения, а при внесении 60% питательного субстрата этот же показатель достигается только через 300 мин. При внесении более 60% питательного субстрата ЖЗЗ не имеет видимых признаков газообразования, изменения вкуса и аромата, накопление кислотности в пределах рекомендуемых технологическими инструкциями (9,0...12,0 град) не достигается даже по окончании рассматриваемого промежутка времени [6].

Эти тенденции связаны с тем, что при возобновлении ЖЗЗ молочнокислые бактерии и дрожжи развиваются в условиях факультативного симбиоза. Некоторое время культивируемые микроорганизмы приспосабливаются к новым условиям. Причем период адаптации будет тем продолжительнее, чем большее количество питательного субстрата будет вноситься при возобновлении. Количество молочнокислых бактерий и дрожжей в этот период изменяется незначительно. После периода адаптации количество дрожжевых клеток начинает увеличиваться в геометрической прогрессии, продуцируя стимуляторы роста, обуславливающие последующее накопление и активную жизнедеятельность молочнокислых бактерий. К концу этой стадии процесс размножения замедляется, так как в массе ЖЗЗ заканчиваются питательные вещества и их распределение между культивируемыми микроорганизмами. При дальнейшем культивировании клетки дрожжей, а затем и молочнокислых бактерий начинают отмирать, а количество новых клеток уменьшается [7].

Полученные данные свидетельствуют о том, что нарастание показателя кислотности и уменьшение показателя подъемной силы находится в прямой зависимости от общего количества микроорганизмов (дрожжей и молочнокислых бактерий). Также важным является и соотношение между этими микроорганизмами, которое согласно технологическим инструкциям должно составлять 1:18...1:30.

Такие изменения, происходящие в процессе брожения ЖЗЗ, постепенно приводят к формированию специфических продуктов жизнедеятельности культивируемых микроорганизмов, которые в конечном итоге обуславливают высокие потребительские свойства хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной.

Результаты проведенных исследований были обработаны в универсальной статистической графической системе STATGRAPHICS Plus 5.0 с целью установления зависимости биотехнологических свойств ЖЗЗ от технологических параметров приготовления в постоянно изменяющихся условиях работы хлебопекарных предприятий.

Влияние каждого из оцененных факторов и их взаимодействий на критерии оценки были определены с помощью карты Парето. По результатам проведенного эксперимента был выполнен перевод управляемых факторов в стандартизированный масштаб, а также была выполнена статистическая обработка экспериментальных данных с целью получения уравнений регрессии (1-4) упрощенного вида, адекватно описывающих зависимость исследуемых показателей качества от выбранных факторов:

$$Y_1 = (65,094 - 8,083 X_1 + 0,203 \cdot X_2 + 47,319 \cdot X_3 - 0,104 \cdot (X_1)^2 + 0,048 \cdot X_1 \cdot X_2) \cdot 10^6; \quad (1)$$

$$Y_2 = (67,608 - 0,244 \cdot X_1 - 0,065 \cdot X_2 - 0,009 \cdot (X_1)^2 + 0,003 \cdot X_1 \cdot X_2) \cdot 10^6; \quad (2)$$

$$Y_3 = (3,574 - 0,015 \cdot X_1 + 0,010 \cdot X_2 + 0,176 \cdot X_3); \quad (3)$$

$$Y_4 = (37,372 + 0,337 \cdot X_1 + 0,034 \cdot X_2 + 0,005 \cdot (X_1)^2 - 0,002 \cdot X_1 \cdot X_2). \quad (4)$$

Представленная система уравнений дает возможность устанавливать биотехнологические свойства ЖЗЗ при изменении условий производства хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной путем варьирования технологических параметров.

Исследуемые образцы ЖЗЗ, полученные в различных условиях ее возобновления, были использованы для приготовления хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной «Дарницкий», используя общепринятые технологические режимы на стадиях замеса теста, брожения, разделки, расстойки и выпечки [8]. Полученный хлеб «Дарницкий» оценивали по балльной органолептической оценке, пористости, формоустойчивости и кислотности. Было установлено, что оптимальные показатели качества хлеба достигаются при использовании ЖЗЗ, для возобновления которой используется питательный субстрат в количестве 40...60% при остальных технологических параметрах в диапазонах, рекомендуемых технологическими инструкциями (рисунок 1).

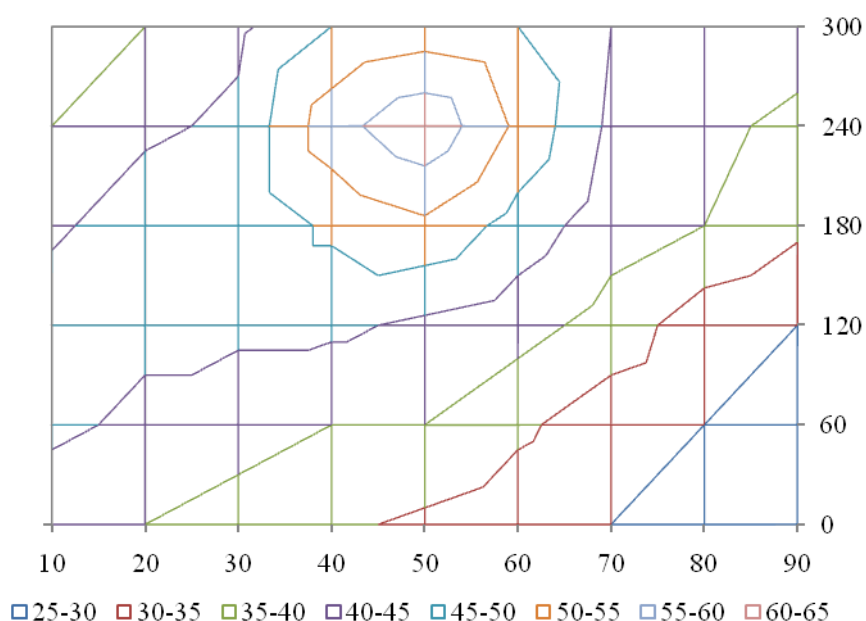


Рисунок 1 – Контурные линии для показателя пористости хлеба «Дарницкий», приготовленного с использованием ЖЗЗ с различными условиями возобновления

Полученные результаты были положены в основу оптимизированного способа приготовления ЖЗЗ, реализуемого с помощью прикладной программы Microsoft Excel.

Сущность оптимизированного способа заключается в определении количества ЖЗЗ и распределении ее по стадиям брожения в зависимости от условий работы предприятия: заявок торговых организаций на ассортимент хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной на предыдущий и последующий дни, продолжительности по ее выполнению в зависимости от используемого ведущего оборудования, выхода готовых изделий, количества муки, направляемой на приготовление ЖЗЗ, массовой доли влаги муки, массовой доли влаги ЖЗЗ и ее плотности, количества подаваемого питательного субстрата на возобновление ЖЗЗ в зависимости от требуемых ее биотехнологических свойств.

Для функционирования оптимизированного способа возобновления ЖЗЗ вносится исходная информация. На ее основании проводится автоматизированный расчет необходимых промежуточных величин.

В качестве итоговой информации выступает оптимизированный план работы заквасочного отделения. Он представляет собой таблицу, содержащую информацию о времени возобновления ЖЗЗ; количестве вносимого питательного субстрата при ее возобновлении в зависимости от количества производственных емкостей, в которых осуществляется брожение, разнице между заявками торговых организаций предыдущего и последующего дней и биотехнологических ЖЗЗ, установленных системой уравнений (1-4); времени и объемах дальнейшего перемещения ЖЗЗ на приготовление теста для хлеба изделий из ржаной муки и смеси ее с пшеничной.

Представленный план работы заквасочного отделения позволит оперативно перестраивать его работу, сохранять рекомендуемые технологическими инструкциями показатели качества и биотехнологические свойства ЖЗЗ в постоянно изменяющихся условиях работы хлебопекарного предприятия, исключить влияние субъективных факторов на технологический процесс возобновления ЖЗЗ.

Оптимизированный способ возобновления ЖЗЗ и получение хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной на ее основе был апробирован на ряде предприятий хлебопекарной промышленности Республики Беларусь.

Список использованных источников

1. Овсянникова, Л.А. Хлебопечение Беларуси – 2013 [Текст] / Л.А. Овсянникова // Хлебопек. – 2014. – №1. – С. 16-22.
2. Кулеш, П. Мониторинг рынка хлебобулочных изделий [Текст] / П. Кулеш, А. Пантелей // Маркетинг, реклама и сбыт. – 2006. – №6. – С. 7-12.
3. 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.
4. Кузнецова, Л.И. Технология ржаного хлеба в условиях дискретного производства [Текст] / Л.И. Кузнецова // Хлебопродукты. – 2006. – №2. – С. 46-47.
5. Злобин, Л.А. Оптимизация технологических процессов хлебопекарного производства [Текст] / Л.А. Злобин. – М.: Агропромиздат, 1987. – 200 с.
6. Гуринова, Т.А. Совершенствование способа приготовления жидких заквасок на хлебопекарных предприятиях [Текст] / Т.А. Гуринова [и др.] // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2012. – №2 (13). – С. 21-26.
7. Афанасьева, О.В. Микробиология хлебопекарного производства [Текст] / О.В. Афанасьева. – СПб.: Береста, 2003. – 220 с.
8. Сборник технологических инструкций по производству хлебобулочных изделий [Текст]: в 2 т. Т. 1 / Государственное предприятие «Белтехнохлеб»; разраб. Л.С. Колосовская [и др.]. – Минск: Бизнесофсет, 2011. – 348 с