

КОМПОЗИЦИЯ СУХАЯ ДЛЯ ЗАВАРНЫХ СОРТОВ ХЛЕБА ИЗ РЖАНОЙ И СМЕСИ РЖАНОЙ И ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

Диваков А.В.

**Научный руководитель - Назаренко Е.А., к.т.н., доцент
Могилевский государственный университет продовольствия
г. Могилев, Республика Беларусь**

В настоящее время в производстве хлебобулочных изделий в Республике Беларусь наметилась устойчивая тенденция к уменьшению объемов производства, обусловленная рядом объективных причин. Статистические данные, свидетельствуют о том, что объемы производства хлебобулочных изделий в Республике Беларусь за последние 10 лет сократились на 21,1%, что обуславливает работу хлебопекарных предприятий в дискретном режиме. В таких условиях возникают сложности в организации технологического процесса, особенно при производстве ржаных и ржано-пшеничных изделий, в том числе и заварных, традиционно пользующихся высоким спросом у населения, связанные с длительным и непрерывным культивированием микроорганизмов в производственном цикле, сложностью и энергоемкостью тестоприготовления.

Одним из направлений совершенствования и интенсификации технологического процесса приготовления заварных сортов хлеба является применение сухих композитных смесей (СКС), которые нашли широкое применение в зарубежной практике хлебопекарного производства, однако в Республике Беларусь они активно не используются, прежде всего, из-за отсутствия их отечественного производства.

Анализ компонентного состава предлагаемых на рынке СКС, предназначенных для ускоренного производства заварных сортов хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной, показал, что производители смесей включают в их состав, как обязательные компоненты, так и вспомогательные. К обязательным компонентам относят сырьевые материалы, введение которых обусловлено особенностями традиционных технологий приготовления этой группы хлеба. Вспомогательные компоненты вводятся с целью усиления технологического эффекта, улучшения свойств полуфабрикатов и хлеба, повышения его пищевой ценности.

Основой СКС, предназначенных для производства заварных сортов хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки, являются компоненты, заменяющие осахаренную заварку. Обзор литературных данных показал, что экономически выгодно и технологически целесообразно в производстве заварного хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной взамен осахаренной заварки использовать муку набухающую, полученную экструзией. Многочисленные теоретические и экспериментальные исследования в области экструзионной технологии свидетельствуют о том, что в зависимости от параметров экструзии мука приобретает новые свойства, в частности, изменяется содержание водорастворимых веществ. Этот показатель является основным, для оценки качества таких промежуточных полуфабрикатов хлебопекарного производства, как заварка, питательная смесь. Для исследования влияния параметров экструзии на содержание водорастворимых веществ выполнено планирование эксперимента. На основании имеющихся литературных данных по изучаемому вопросу в качестве основных факторов, влияющих на ход процесса экструзии муки, были выбраны следующие: температура продукта перед матрицей (X), °С, влажность смеси

(X, %). Пределы изменения факторов выбирались на основании анализа литературных данных и корректировались с учетом технических характеристик используемого экструдера.

По полученным экспериментальным данным (Y_B , %) провели статистическую обработку с использованием пакета Statgraphics. В результате анализа экспериментальных данных получено уравнение регрессии (1), адекватно описывающее зависимость содержания водорастворимых веществ от выбранных факторов. Работоспособность модели подтверждается коэффициентом детерминации $R=97.37\%$.

$$Y_e = -270,62 + 1,92LГ, +16,65X^2 - 0,0\backslash X? - 0,45X^2^2 \quad (1)$$

Анализ полученных результатов показал, что при увеличении температуры со 120 до 145°C, содержание водорастворимых веществ муки экструзионной ржаной обдирной (ЭМРО) увеличивается. Очевидно, это связано с тем, что высокая температура в сочетании с давлением приводят к более полной деструкции крахмала, тем самым, увеличивая количество водорастворимых веществ. Содержание водорастворимых веществ в ЭМРО также изменялось в зависимости от влажности муки ржаной обдирной до экструзии. Повышение влажности муки до 19,0% способствовало увеличению содержания водорастворимых веществ в ЭМРО до 53,8%. При дальнейшем увеличении влажности исходного продукта, количество водорастворимых веществ снижается. Очевидно это объясняется тем, что в соответствии с теорией экструзии деструкция крахмала тем значительнее, чем меньше в массе свободной влаги.

Таким образом, оптимальными следует считать температуру экструзии муки ржаной обдирной не менее 145°C, а влажность исходного продукта должна обеспечивать пластичность экструдированной массы, но не превышать 19,0%. При оптимальных условиях экструзии содержание водорастворимых веществ в ЭМРО достигает 61,9% против 48,0% в традиционной осажаренной заварке.

Известно, что стабильно высокое качество хлеба, содержащего ржаную муку, можно получить только в условиях кислотности теста 8-10 град. Поэтому при производстве ржано-пшеничного хлеба по 4-х стадийной технологии, при заквашивании и сброживании заварки, а также при брожении теста происходит накопление органических кислот, за счет чего увеличивается его кислотность до 8-10 град. Поскольку при производстве заварного хлеба по ускоренной технологии, с внесением СКС, исключается стадия приготовления заквашенной и сброженной заварки, а осажаренная заварка заменяется ЭМРО с кислотностью не выше 8 град., то обязательным компонентом, входящим в рецептуру сухих смесей, являются подкисляющие компоненты.

Учитывая очевидные достоинства сыворотки сухой молочной (СМС), как рецептурного компонента, и лимонной кислоты (ЛК), обеспечивающей необходимый диапазон кислотности хлеба в меньших дозировках, по сравнению с другими органическими кислотами, сочли более эффективным в качестве подкисляющих реагентов совместное внесение СМС с ЛК.

Для установления оптимального соотношения СМС и ЛК, обеспечивающих требуемый уровень кислотности теста и хлеба, выполнили планирование эксперимента. Пределы изменения количеств, вносимых СМС (X_j) и ЛК (X_i) выбирались на основании литературных данных и ранее проведенных исследований. Критерием для оценки совместного влияния данных факторов служила кислотность ржано-пшеничного теста (Y^m , град.) и хлеба (Y^h , град.). По полученным экспериментальным данным Y_T и $Y_{ЛГ}$ провели статистическую обработку с использованием пакета

Statgraphics. В результате анализа экспериментальных данных получены уравнения регрессии (2. 3).

Работоспособность моделей подтверждается коэффициентами детерминаций $R^2=98,64\%$ и $R^2_{\text{кр}}=99.99\%$ соответственно.

$$Y_{\text{ж}} = 4.62 + 4,62 X_1 + 3,52 X_2^2$$

$$Y_{\text{ж}} = 2,05 + 0,13 X_1 + 4,84 X_2^2 - 0,01 X_1^2 + 0,28 X_2^2 \quad (3)$$

Анализ результатов эксперимента показал, что с увеличением дозировок ЛК кислотность теста резко возрастает, в то время как СМС не оказывает статистически значимого влияния на этот показатель. Такое же влияние на кислотность хлеба оказывает совместное внесение ЛК и СМС. Однако, влияние СМС на кислотность хлеба статистически значимо, что объясняется, вероятно, более низкой кислотностью хлеба по сравнению с кислотностью теста. Установлено, что для обеспечения требуемой кислотности теста (8-10 град.) и заварного хлеба (6-8 град.) дозировка ЛК должна составлять 0,6-0,8%, СМС, с учетом рекомендуемых в литературных источниках данных, 2-6% к массе муки.

В качестве вспомогательных компонентов СКС использовали ржаной ферментированный солод, сухую пшеничную клейковину, порошок из яблочных выжимок и сухую пивную дробину. Все из вышеперечисленных компонентов, согласно литературным данным, в сухой композитной смеси могут решать определенные функциональные задачи и передавать свойства присущие этому сырьевому материалу, как органолептические, так и физико-химические (вкус, запах, цвет, кислотность и др.).

Принимая во внимание достоинства каждого отдельного компонента, а также учитывая их влияние на качество готового изделия путем пробных лабораторных выпечек и сравнительных анализов качества хлеба были разработаны рецептуры СКС (РЦ РБ 700036606.072 - 2008).

Следующим этапом исследований явилось изучение влияния СКС на качество заварного хлеба. Для оценки влияния рецептурного состава разработанных СКС на качество заварного ржано-пшеничного хлеба проведены лабораторные выпечки. Контролем служил заварной ржано-пшеничный хлеб «Ситный», произведенный по традиционной четырехстадийной технологии. Результаты лабораторных выпечек представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Влияние СКС на качество заварного ржано-пшеничного хлеба

Наименование показателя	Наименование образца хлеба				
	Контроль	СКС-1	С СКС-2	С СКС-3	С СКС-4
Влажность, %	47,0	46,5	45,8	46,3	46,7
Кислотность хлеба, град.	6,0	7,6	7,3	7,4	7,4
Пористость хлеба, %	72,7	72,0	75,5	73,5	74,0
Формоустойчивость хлеба, (Н/1)	0,32	0,40	0,46	0,43	0,42
Удельный объем на 100г хлеба, г/см ³	190	193	210	199	196
Общая деформация, Н ^{общ} , ед. пр.	30	21,0	35,5	33,1	31,6

Анализ представленных в таблице 1 данных свидетельствует о том, что СКС благоприятно сказываются на качестве заварного ржано-пшеничного хлеба, увеличивается удельный объем, формоустойчивость подовых сортов хлеба, улучшается структура мякиша, влажность, кислотность соответствуют контролю и требованиям ТИПА на этот вид продукции.

Производство заварного хлеба на СКС практически исключает процесс молочнокислого брожения, а процесс спиртового брожения занимает 90-120 мин., что отражается на аромате готового изделия. Поэтому актуальной задачей является исследование влияния компонентного состава СКС на аромат заварного хлеба.

Аромат готовых изделий исследовали через 14 часов после выпечки с помощью мультисенсорной системы «электронный нос», который представляет собой аналитический инструмент, состоящий из системы слабоселективных сенсоров с перекрестной специфичностью к различным веществам и использующий для обработки сигналов математические методы распознавания образцов, которые позволяют проводить качественный и количественный анализ паров веществ и запахов.

В таблице 2 приведены экспериментальные значения сигналов сенсоров исследуемых образцов хлеба, полученные методом оценки аромата с помощью «электронного носа».

Таблица 2 - Результаты определения аромата образцов хлеба

Наименование образца	Сигналы сенсоров. Гц		
	Полярные вещества	Вещества средней полярности	Неполярные вещества
Контроль	44,0±1	23,9±1	41,0±1
Хлеб с СКС-1	14,2±1	10,0±1	24,2±1
Хлеб с СКС-2	11,7±1	13,2±1	15,6±1
Хлеб с СКС-3	14,0±1	10,2±1	18,4±1
Хлеб с СКС-4	11,7±1	10,7±1	31,7±1

Как видно из таблицы 2, содержание полярных веществ в структуре аромата хлеба с СКС, к которым в первую очередь относятся пары воды, снизилось от 68% для хлеба с СКС-1 и СКС-3 до 73% для хлеба с СКС-2 и СКС-4 по сравнению с контрольным образцом. Это связано с тем, что в состав СКС входят ЭМРО, СПК, сухая пивная дробина и порошок из яблочных выжимок, обладающие более высокой водопоглотительной способностью, чем ржаная мука.

Содержание неполярных ароматических веществ, таких как нирозин, пиррол, производные фурана и др., образующиеся в основном при выпечке в результате реакций Майяра, снизилось на 41% для хлеба с СКС-1, 62% для хлеба с СКС-2, 55% для хлеба с СКС-3 и 23% для хлеба с СКС-4. Очевидно, снижение количества неполярных ароматических веществ обусловлено значительным сокращением времени гидролиза белков и крахмала в процессе тестоведения.

Содержание веществ средней полярности (спирты, органические кислоты, эфиры, карбонильные соединения, амины и др.), образующиеся в основном в процессе приготовления ОЗС заварок и теста сократилось на 58% для хлеба с СКС-1, 45% для хлеба с СКС-2, 57% для хлеба с СКС-3, 55% для хлеба с СКС-4. Снижение содержания ароматобразующих веществ средней полярности в хлебе с СКС, очевидно, обусловлено исключением из технологического процесса стадии приготовления ОЗС заварок.

Таким образом, проведенные исследования показали возможность использования СКС взамен осахаренной, заквашенной и сброженной заварки при производстве заварного хлеба из ржаной и смеси ржаной и пшеничной муки соответствующего требованиям ТИПА при некотором снижении интенсивности аромата и позволяют отказаться от сложного и длительного процесса приготовления заварок при снижении трудоемкости производственного процесса.