

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА НА СВОЙСТВА ТЕСТА И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ГАЛЕТ НА РАЗРЫХЛИТЕЛЯХ

С. Н. Вислоухова, И. А. Машкова

В статье описан способ производства галет с сокращенным циклом приготовления теста. Для достижения поставленной задачи предложено использовать взамен дрожжей разрыхлители и обоснована целесообразность добавления ферментного препарата протеолитического действия. Изучено влияние ферментного препарата и технологических параметров приготовления теста (влажность, продолжительность ферментации) на реологические свойства (упругость, растяжимость, удельная работа деформации) и белково-протеиновый комплекс теста (показатели количества и качества сырой клейковины), показатели качества галет (намокаемость, плотность). Оптимизирована дозировка ферментного препарата и параметры процесса приготовления теста, обеспечивающие получение теста с необходимыми реологическими характеристиками для его обработки на производственной линии, а готовые изделия – с показателями качества, соответствующими нормативным значениям. Использование предлагаемого способа производства галет позволяет сократить длительность технологического процесса и снизить потери сухих веществ на 1 % вследствие исключения стадии брожения опары и теста.

Введение

Для повышения конкурентоспособности предприятий наряду с расширением ассортимента продукции, в том числе за счет внедрения новых видов изделий, актуальным является интенсификация основных технологических процессов с целью сокращения производственного цикла.

При изготовлении мучных кондитерских изделий наиболее длительной стадией является приготовление теста. В технологической схеме производства галет традиционно используется опарный способ приготовления полуфабрикатов. Длительность данного производственного этапа достигает 150–180 мин за счет брожения опары и теста, приготавливаемых с использованием дрожжей [1]. В связи с этим актуальным является разработка галет с сокращенным производственным циклом приготовления теста.

Для достижения поставленной цели в работе взамен дрожжей в составе галет использованы разрыхлители – сода пищевая и соль углекислая. Преимуществом разрыхлителей в сравнении с дрожжами является быстрота разрыхляющего действия.

При изготовлении галет необходимо получить полуфабрикат (тесто) с упруго-пластичными свойствами, что обеспечивает процесс его ламинирования и многократной прокатки для производства готовых изделий с характерной слоистой структурой и высокой намокаемостью [2].

В настоящее время для регулирования свойств теста, повышения эффективности технологического процесса производства мучных кондитерских изделий, стабилизации показателей качества готовой продукции перспективным является использование ферментных препаратов.

При изготовлении галет реологические характеристики теста, качественные показатели и структурно-механические свойства готовых изделий, а также характер протекания технологического процесса зависят от состояния белково-протеинового комплекса муки. Это обуславливает целесообразность использования при изготовлении данного вида изделий ферментного препарата протеолитического действия, функциональным действием которого является снижение упруго-прочностных свойств клейковины. Это является технологически обоснованным и эффективным способом регулирования реологических свойств теста и интенсификации технологического процесса производства. На основании изложенного в рецептуру галет на разрыхлителях дополнительно введен ферментный препарат протеолитического действия «Нейтраз» (далее – ФП). Активность ФП проявляется в диапазоне рН 6,5–8,0 и при температуре 34–40 °С, а при температуре 55–60 °С происходит его инактивация. Данные условия

являются приемлимыми для использования ФП для изготовления галет на разрыхлителях. Эффект от использования данного ингредиента состоит также в том, что протеолитические ферментные препараты все чаще используются как альтернатива метабисульфита натрия [3].

Целью работы является оптимизация дозировки ферментного препарата протеолитического действия и технологических режимов производства галет на разрыхлителях.

Результаты исследований и их обсуждение

При разработке модельной рецептуры галет на разрыхлителях в качестве базовой взята рецептура простых галет «Поход» [4], изготавливаемых по опарной технологии, без добавления сахара и жира.

Галеты на разрыхлителях с добавлением ФП изготавливали из муки пшеничной 1 сорта марки МЗ6-30 с содержанием сырой клейковины 30,4 %; удовлетворительно слабой по качеству (92 ед. прибора ИДК); средней – по растяжимости (17 см) и хорошей эластичностью.

С целью оптимизации дозировки ФП в рецептуре галет на разрыхлителях проведены исследования реологических свойств теста на приборе альвеограф. При этом определяли такие показатели, как упругость P , растяжимость L , удельная работа деформации W , коэффициент эластичности P/L . Данные значения характеризуют реологическое поведение теста на стадии обработки, определяют натяжение тестовой ленты в процессе прокатки и необходимое усилие для формования тестовых заготовок. Это является важным, так как галеты получают из теста, которое стремится после механического воздействия восстановить свою прежнюю форму. Только при получении теста с заданными реологическими характеристиками (оптимальными упруго-пластично-эластичными свойствами) возможно провести его надлежащую обработку на производственной линии и получить готовую продукцию правильной формы, с необходимой слоистой структурой и равномерной разрыхленностью.

При проведении эксперимента ФП вносили (процент к массе муки) в виде 10 %-го раствора: 0,015; 0,030; 0,045; 0,060 и 0,075. Полученные результаты значений реологических свойств теста представлены на рисунке 1.

Анализ данных, представленных на рисунке 1, показывает, что с увеличением дозировки ФП значения упругости, растяжимости и удельной работы деформации теста снижаются. Это обусловлено снижением упруго-прочностных свойств сырой клейковины, в результате чего для ламинирования и формования теста необходимо приложить меньше усилий. При этом наиболее значимое влияние отмечено при добавлении ФП в количестве до 0,045 % к массе муки. Значения упругости снижаются на 22 %–56 %, растяжимости – на 8 %–39 %, удельной работы деформации – на 36 %–78 %. Добавление ФП в дозировке до 0,015 %–0,03 % к массе муки позволяет получить тесто с упруго-пластичными свойствами, 0,045 % – с пластично-упругими свойствами, которые практически скомпенсированы. При добавлении ФП в количестве 0,075 % к массе муки значительно снижаются значения удельной работы деформации и упругости теста, оно имеет слабую консистенцию, залипает на формирующей машине. Это свидетельствует о том, что внесение ФП в данной дозировке нецелесообразно. На основании полученных результатов для дальнейшего проведения исследований принята дозировка ФП 0,06 % к массе муки.

Тесто для кондитерских изделий с физико-химической точки зрения представляет собой сложную по составу систему. Его реологические свойства в значительной степени зависят от технологических режимов приготовления, так как это определяет процесс набухания и пептизации белковых веществ муки и формирования структурного белкового каркаса [5]. При проведении исследований изучено влияние влажности теста и продолжительности его ферментации на реологические свойства полуфабриката и показатели качества галет. Ферментацию теста проводили после его замеса, при температуре 34 °С. Для анализа влияния анализируемых факторов значения влажности теста варьировали от 36 до 38 % с шагом 1 %, продолжительность ферментации от 0 до 180 мин с шагом 30 мин. Реологические свойства теста оценивали по показателю пластической прочности, которую определяли на анализаторе текстуры «Brookfield СТ». Полученные результаты значений пластической прочности теста представлены на рисунке 2.

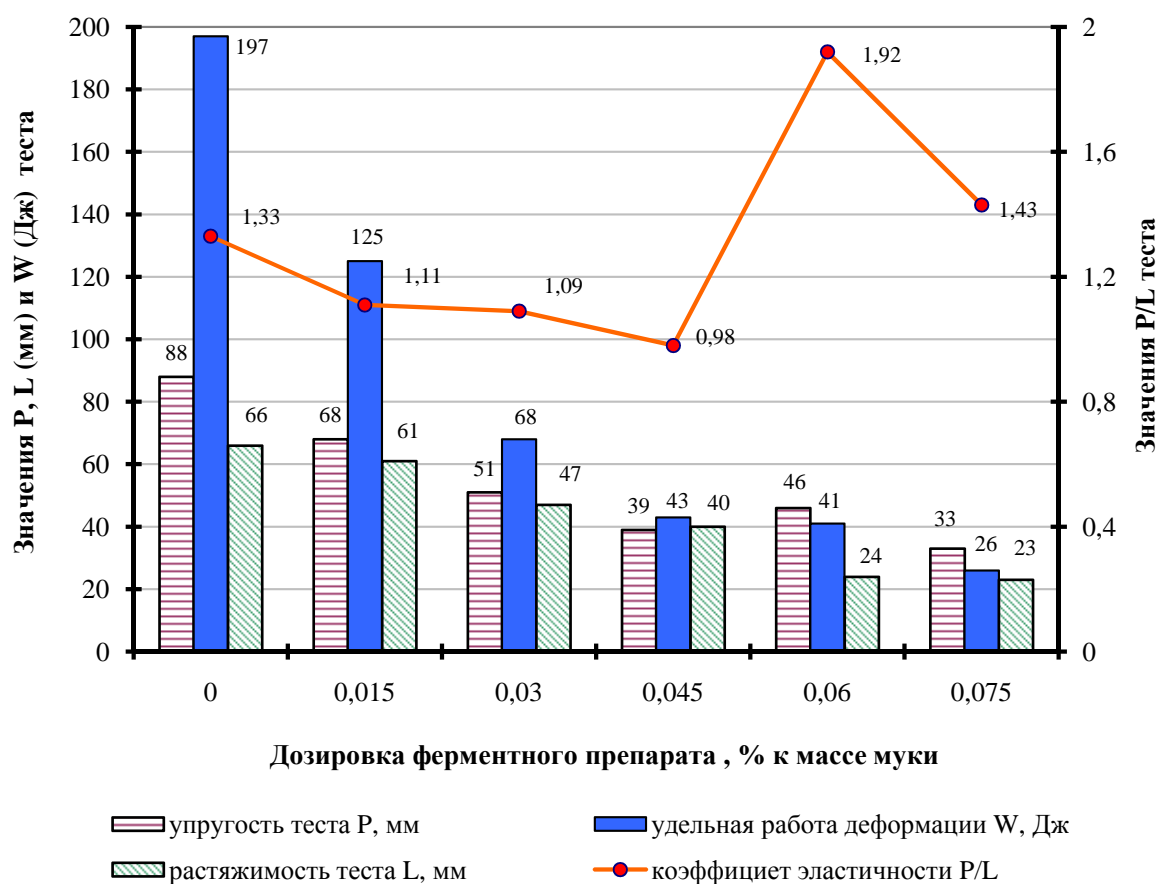


Рисунок 1 – Влияние дозировки ФП на показатели реологических свойств теста

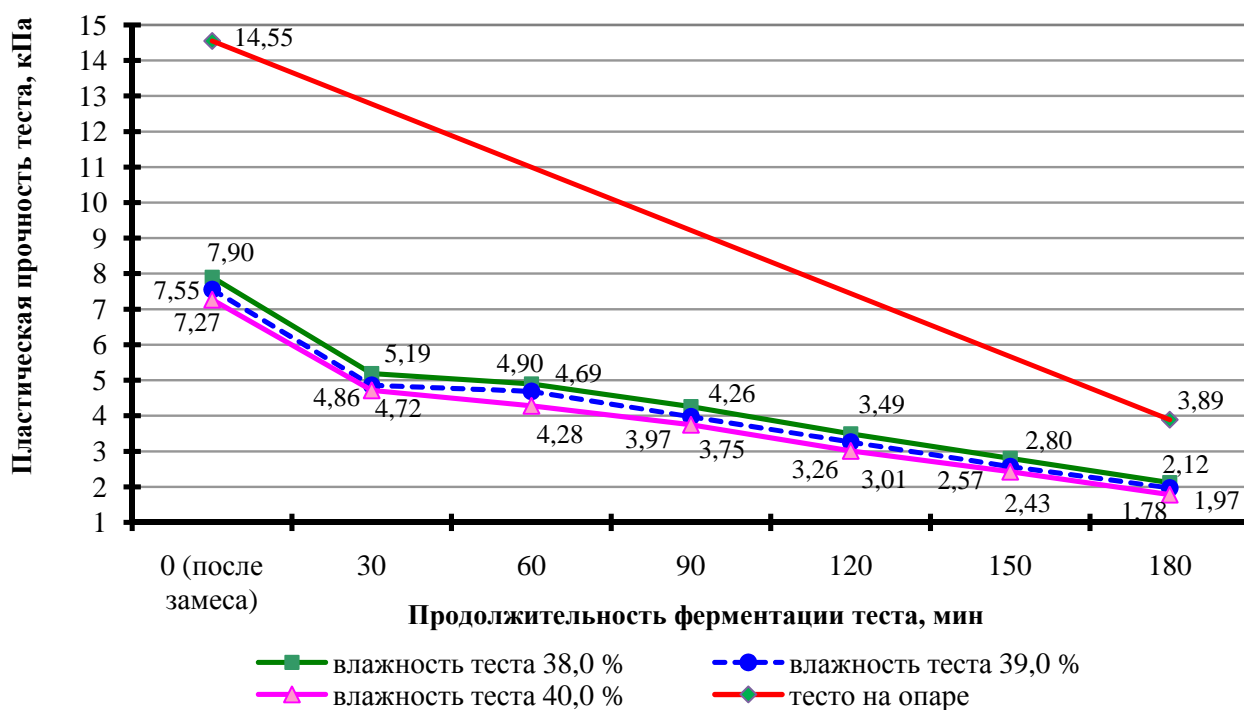


Рисунок 2 – Влияние влажности и продолжительности ферментации теста на пластическую прочность

Анализ полученных результатов показывает, что наиболее значительное снижение пластической прочности теста на разрыхлителях наблюдается в первые 30 мин ферментации. Для теста с влажностью 36,0 % снижение составило 2,71 кПа или 34,3 %; для теста влаж-

ностью 37,0 % – 2,69 кПа или 35,6 % и для теста влажностью 38,0 % – 2,55 кПа или 35,1 %. При дальнейшем увеличении продолжительности ферментации теста пластическая прочность снижается на 0,17–0,77 кПа или 3,5–21,2 %. При этом необходимо отметить, что влияние влажности теста в исследуемом диапазоне значений на пластическую прочность теста незначительно.

Сравнительная оценка полученных результатов и значений пластической прочности теста, приготовленного опарным способом (3,89 кПа через 180 мин брожения), показывает, что ферментацию теста целесообразно проводить не более 90 минут.

С целью оценки влияния технологических параметров приготовления теста на показатели качества галет и определения их оптимальных значений проведено планирование эксперимента с помощью прикладной программы Statgraphics Plus и реализован двухфакторный центральный композиционный план Central composite design $2^2 + star$ для модели 2-го порядка [6]. Уровни варьирования значений факторов составили:

- влажность теста (X_1): нижний 36,0 %; верхний 38,0 %;
- продолжительность ферментации теста (X_2): нижний 0 мин; верхний 90 минут.

В качестве параметров оптимизации приняты показатели качества галет: намокаемость и плотность.

Матрица планирования эксперимента при заданных значениях факторов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Матрица планирования эксперимента

№ п/п	X_1 , %	X_2 , мин	№ п/п	X_1 , %	X_2 , мин
1	36,0	0	6	38,41	45
2	38,0	0	7	37,0	0
3	36,0	90	8	37,0	108,64
4	38,0	90	9	37,0	45
5	35,58	45	10	37,0	

Влияние каждого фактора и их взаимодействий на параметры оптимизации оценивали на основании карты Парето и графиков главных эффектов отклика. Оба фактора являются значимыми и влияют на показатели намокаемости и плотности галет. Увеличение влажности теста до 37,2 %–37,6 % приводит к повышению намокаемости и снижению плотности галет. Аналогичная зависимость отмечена и при увеличении продолжительности ферментации до 35–45 мин. Дальнейшее увеличение значений факторов приводит к снижению намокаемости и повышению плотности галет, что снижает их качество.

Для оценки совместного влияния исследуемых факторов на значения параметров оптимизации построены поверхности отклика. Показано, что с увеличением влажности и продолжительности ферментации теста значения намокаемости повышаются с 160%–200% до 320 %–360 % или на 60 %–125 %, а плотности снижаются – с 480–500 до 360–380 кг/м³ или на 21 %–28 %.

На основе анализа и статистической обработки результатов получены уравнения регрессии 2-го порядка, адекватно описывающие зависимость намокаемости и плотности галет от влажности теста X_1 и продолжительности ферментации теста X_2 (формулы 1 и 2 соответственно):

$$\begin{aligned} \text{Намокаемость} = & -84747,0 + 4520,82 \cdot X_1 + 37,4558 \cdot X_2 - 60,1154 \cdot X_1^2 - \\ & - 0,85 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,0586 \cdot X_2^2 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{Плотность} = & 44461,0 - 2324,75 \cdot X_1 - 26,5538 \cdot X_2 + 30,6796 \cdot X_1^2 + \\ & + 0,6111 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,0379 \cdot X_2^2 \end{aligned} \quad (2)$$

Работоспособность моделей подтверждается коэффициентом детерминации R-squared, значение которого составляет 87,6 % для показателя намокаемости и 86,6 % для показателя плотности.

В результате математической обработки и последующей оптимизации экспериментальных данных найдено, что для получения галет с наиболее высокой намокаемостью (320 %–360 %) и низкой плотностью (420–440 кг/м³) влажность теста должна составлять 37,0 %–37,6 %; продолжительность ферментации теста – 30–40 минут. Полученные результаты сопоставимы со значениями галет, изготовленных опарным способом: намокаемость 285 %, плотность 430 кг/м³.

В связи с тем, что добавление ФП приводит к изменению белково-протеинового комплекса муки и, в результате, теста, представляет интерес изучение показателей количества и качества сырой клейковины, которая является основным компонентом данного комплекса. Показатели клейковины определяют реологические свойства теста и в конечном итоге – показатели качества и структурно-механические свойства готовой продукции. Оценку показателей сырой клейковины проводили в образцах теста, приготовленных в соответствии с условиями таблицы 1, согласно [7]. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели количества и качества сырой клейковины в образцах теста, приготовленного при различных технологических режимах

№ п/п	Влажность теста, %	Продолжительность ферментации, мин	Количество сырой клейковины, %	ИДК, ед. приб.	Растяжимость, см	Эластичность
1	36,0	0	28,4	90,5	10	хорошая
2	37,0	0	28,6	90,6	12	хорошая
3	38,0	0	29,0	91,1	12	хорошая
4	35,58	45	26,5	93,2	12	хорошая
5	37,0	45	26,7	94,2	14	удовлетв.
6	38,41	45	27,0	94,9	14	удовлетв.
7	36,0	90	25,6	97,6	13	удовлетв.
8	37,0	108,64	24,4	101,7	17	удовлетв.
9	38,0	90	25,1	99,5	15	удовлетв.

Анализ данных, представленных в таблице 2, показывает, что наиболее значимое влияние на изменение анализируемых показателей имеет продолжительность ферментации. При увеличении продолжительности ферментации обнаружено снижение количества сырой клейковины на 9 %–13 % и изменение ее качества: снижаются упруго-прочностные свойства сырой клейковины (показания ИДК сырой клейковины увеличились на 8 %–17 %), увеличивается растяжимость (на 20,2 %–23,1 %), снижается эластичность. Данные изменения в наибольшей степени происходят при ферментации теста более 45 мин. Необходимо отметить, что при дальнейшем увеличении продолжительности ферментации тесто получается липкой консистенции, что затрудняет его формование на производственной линии. При оптимизации влажности теста для изготовления галет на разрыхлителях при установленной продолжительности ферментации (не более 45 мин) приняты во внимание значения показателей сырой клейковины галет, изготовленных опарным способом: количество сырой клейковины 26,2 %; значения ИДК 92,8 %, растяжимость 12 см, эластичность – хорошая. По результатам проведенных исследований найдены оптимальные параметры приготовления теста: влажность теста 36,0 % и продолжительность ферментации – 45 мин. Это обеспечивает получение теста с показателями сырой клейковины, значения которых сопоставимы со значениями галет на опаре.

Заключение

В результате проведенных исследований получены новые данные о процессах образования галетного теста на разрыхлителях с добавлением ферментного препарата протеолитического действия, оптимизирована дозировка сырьевого ингредиента (0,06 % к массе муки) и параметры процесса приготовления теста (влажность 37,0 %–37,6 % и продолжительность ферментации 30–45 мин). Показано, что данные условия обеспечивают получение теста с необходимыми характеристиками, обеспечивающими его обработку на производственной линии, а готовые изделия – с показателями качества, соответствующими нормативным значениям: намокаемость составляет 320 %–360 %, плотность – 420–440 кг/м³.

Использование предлагаемого способа производства галет с сокращенным циклом приготовления теста позволяет сократить длительность технологического процесса и снизить потери сухих веществ на 1 % вследствие исключения стадии брожения полуфабрикатов. Преимуществами данной технологии также являются исключение многооперационности технологического процесса, снижение потребности в дополнительном оборудовании и производственных площадях, повышение резервов экономии сырья.

Литература

- 1 Справочник кондитера. Ч. 1. Сырье и технология кондитерского производства / Под ред. Е.И. Журавлёвой. – М.: «Пищевая промышленность», 1966. – 712 с.
- 2 Технологические инструкции по производству мучных кондитерских изделий. Приложение: СанПин 2.3.4.545 – 96. Производство хлеба, хлебобулочных и кондитерских изделий.
- 3 Мэнли, Д. Мучные кондитерские изделия/Д. Мэнли; пер с англ. В. Е. Ашкинази; науч.ред. И. В. Матвеева. – СПб: Профессия, 2003. – 558 с.
- 4 Рецептуры на печенье. – Москва, утв. ГОСАГРОПРОМ СССР, 1987. – 247 с.
- 5 Технология кондитерского производства / А.Л. Рапопорт [и др.]; под ред. А.Л. Соколовского. – М.: Пищепромиздат, 1959. – 710 с.
- 6 Дюк, В. В. Обработка данных на ПК / В.В. Дюк. – СПб.: ПИТЕР, 1997. – 242 с.
- 7 Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины: ГОСТ 27839-88. – Введ. 01.01.90. – Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2012. – 8 с.

Поступила в редакцию 12.06.2017