

УДК 664.681

Поступила в редакцию 02.12.2019
Received 02.12.2019**С.Н. Вислоухова¹, И.А. Машкова², В.П. Курченко³**¹*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*²*Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», г. Могилев, Республика Беларусь*³*Учреждение образования «Белорусский государственный университет», г. Минск, Республика Беларусь*

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЛАМИНИРОВАННОГО ТЕСТА

Аннотация. При изготовлении мучных кондитерских изделий из ламинированного теста необходимо получить полуфабрикат с упруго-пластичными свойствами, что обеспечивает процесс его многократной прокатки для получения готовых изделий с характерной слоистой структурой и высокой намокаемостью. С целью регулирования реологических свойств теста, интенсификации и повышения производительности технологического процесса производства, стабилизации качества готовой продукции перспективным является использование комплексных ферментных препаратов. Это обусловлено получением сбалансированной мультиэнзимной системы, эффективной в процессах изготовления мучных кондитерских изделий широкого ассортимента.

Ключевые слова: ферментный препарат протеолитического действия, ферментный препарат амилолитического действия, реологические свойства теста, сырая клейковина, намокаемость галет

S.N. Vislavukhava¹, I.A. Mashkova², V.P. Kurchenko³¹*RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, Minsk, Republic of Belarus*²*Educational institution “Mogilev state university of food technologies”, Mogilev, Republic of Belarus*³*Educational institution “Belarusian State University”, Minsk, Republic of Belarus*

THE RATIONALE FOR THE USE OF ENZYME PREPARATIONS FOR THE PRODUCTION OF FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS FROM LAMINATED DOUGH

Abstract. In the manufacture of flour confectionery products from laminated dough, it is necessary to obtain a dough with elastic-plastic properties, which ensures the process of its multiple rolling to obtain finished products with a characteristic layered structure and high swelling in water. In order to regulate the rheological properties of the dough, to intensify and improve the productivity of the technological process of production, to stabilize the quality of the finished product, the use of complex enzyme preparations is promising. This is due to the production of a balanced multi-enzyme system, effective in the production of flour confectionery products of a wide range.

Keywords: enzyme preparation of proteolytic action, enzyme preparation of amylolytic action, rheological properties of the dough, gluten, swelling in water of hardtack

В технологии производства мучных кондитерских изделий тесто является основным полуфабрикатом, состав и реологические свойства которого в значительной мере определяют дальнейшие условия его обработки и качество готовых изделий. Реологические характеристики теста зависят от таких факторов, как влажность, температура, рецептурный состав, продолжительность, интенсивность механического воздействия, а также от состояния основных структурных комплексов муки — белково-протеиназного и углеводно-амилазного. Степень и скорость изменения последних обуславливают процессы структурообразования полуфабрикатов и качество готовой продукции. Это опреде-

ляет целесообразность совместного использования компонентов, которые воздействуют на белково-протеиназный и углеводно-амилазный комплексы муки в зависимости от ее исходного качества, для корректировки ее технологических свойств, что влияет и на реологические свойства теста [1, с. 329–331, 2].

В технологии производства мучных кондитерских изделий, отличающихся слоистой структурой и высокой намокаемостью (галеты, крекер, затыжное печенье), необходимой стадией производственного процесса изготовления является ламинирование [3, с. 438]. В литературных источниках [4–6] показана эффективность использования комплексных ферментных препаратов для сокращения длительности технологической схемы производства и повышения качества (увеличение намокаемости, пористости, усиление окраски поверхности) данной группы продукции. Ферментные препараты характеризуются узкой специфичностью действия, проявляют активность в строго определенной последовательности, при оптимальных параметрах процесса [7]. В связи с этим в условиях непрерывно-поточного производства изделий из ламинированного теста целесообразно совместное использование ферментных препаратов протеолитического и амилалитического действия. Это обеспечивает возможность регулирования реологических свойств теста за счет направленного процесса протеолиза по времени и скорости, влияния ферментных препаратов на основные компоненты структурного каркаса теста и создает возможности интенсификации технологического процесса производства и получения продукции стабильного качества [8].

Целью работы являлось изучение совместного влияния ферментных препаратов протеолитического и амилалитического действия на показатели полуфабриката (теста) и готовой продукции (галет), изготавливаемых методом ламинирования.

Проведен анализ показателей полуфабриката и готовой продукции в соответствии с требованиями ТНПА и методов испытаний: определение количества и качества клейковины по [9]; определение реологических характеристик теста по [10]; определение органолептических показателей качества галет по [11]; определение массовой доли влаги галет по [12]; определение щелочности галет по [13]; определение намокаемости галет по [14]. Пластическую прочность теста оценивали на анализаторе текстуры «Brookfield CT3» в соответствии с методикой, приведенной в [15, с. 142–147].

Методом SDS-электрофореза в 12,7 % полиакриламидном геле проводили определение белкового состава галет. Условия проведения электрофореза: электрофоретическую ячейку заполняли электродным буфером, разделение белков и гидролизатов проводили при 18–20 °С с применением источника постоянного тока ПЭФА-1. При вхождении образцов в фокусирующий гель устанавливали силу тока 8 мА, при разделении – 16 мА. Продолжительность разделения – 2,0–2,5 ч. Исследования выполнены при участии специалистов биологического факультета БГУ на базе лаборатории прикладных проблем биохимии.

Объектами работы при проведении исследований являлись тесто и галеты на разрыхлителях. В качестве разрыхлителей использовали соду пищевую и соль углеаммонийную. В ходе работы галеты на разрыхлителях с добавлением ферментных препаратов изготавливали из пшеничной муки 1 сорта с содержанием сырой клейковины 30,4 %, удовлетворительно слабой по качеству, средней – по распухлости и с хорошей эластичностью.

Проведенные нами ранее исследования по разработке технологии изготовления галет на разрыхлителях с добавлением ферментного препарата протеолитического действия позволили установить оптимальную дозировку ингредиента: 0,06 % к массе муки, и технологические параметры приготовления теста: влажность 37,0–37,5 % и продолжительность ферментации теста 30–45 мин [16].

Проведены исследования по изучению эффективности совместного использования ферментного препарата протеолитического действия (далее по тексту – ФПП) и ферментного препарата амилалитического действия (далее по тексту – АФП) для приготовления теста, подвергаемого ламинированию. Дозировка ингредиентов составила: ФПП 0,01–0,03 % к массе муки с шагом 0,01 % к массе муки, АФП 0,04–0,12 % к массе муки с шагом 0,02 % к массе муки (далее по тексту – %). Дозировки ферментных препаратов обусловлены рекомендациями производителей и результатами лабораторных исследований, которые показали, что при дозировке ФПП более 0,03 % действие АФП нивелируется.

В связи с тем, что при использовании ферментных препаратов технологическая схема производства предусматривает стадию ферментации теста, то при проведении исследований значения анализируемых показателей определяли в образцах теста при различной продолжительности ферментации – от 0 (после замеса) до 45 мин с интервалом 15 мин. Температура ферментации теста составляла (34 ± 1) °С.

При проведении исследований изучено влияние совместного добавления ферментных препаратов на показатели количества и качества сырой клейковины теста для изготовления галет на разрыхлителях. Полученные результаты представлены на рис. 1. По результатам исследований установлено, что анализируемые значения при добавлении АФП более 0,08 % в значимой степени не изменяются и находятся на одном уровне, поэтому на рисунке не представлены.

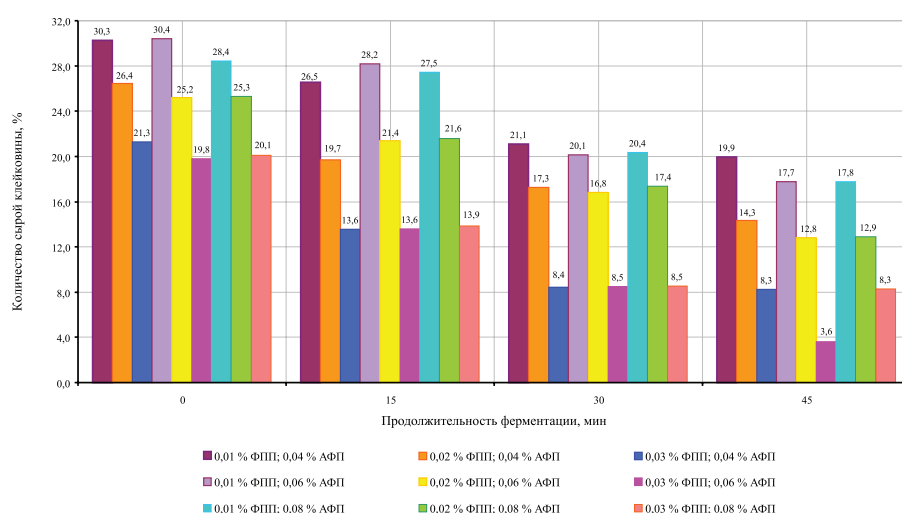


Рис. 1. Количество сырой клейковины теста при совместном добавлении ферментных препаратов
Fig. 1. Quantity of gluten of the dough with joint adding enzyme preparation

Анализ полученных результатов, представленных на рис. 1, показывает, что при совместном добавлении ферментных препаратов количество сырой клейковины снижается с увеличением дозировки данных компонентов на протяжении анализируемого периода ферментации. Установлено, что при добавлении АФП 0,04–0,08 % снижение количества сырой клейковины находится в прямой зависимости с увеличением дозировки ФПП. При добавлении ФПП 0,01 % анализируемое значение снижается с 28,4–30,4 % до 17,7–19,9 % или на 34–37 %; ФПП 0,02 % и 0,03 % – с 25,2–26,4 % до 12,8–14,3 % или на 45–49 % и с 19,8–21,3 % до 3,6–8,3 % или на 61–81 % соответственно.

Необходимо отметить, что на основании полученных результатов установлено, что при использовании ферментных препаратов в диапазоне исследуемых дозировок продолжительность ферментации теста более 30 мин не оказывает значимого влияния на количество сырой клейковины.

Оценка показателей качества образцов сырой клейковины при совместном добавлении ферментных препаратов показала, что в наибольшей степени качество сырой клейковины снижается при увеличении дозировки ФПП до 0,03 %, АФП – 0,08 %. Установлено, что значения деформации сжатия (выражаемые в условных единицах прибора ИДК) повышаются на 42–54 %, что свидетельствует о снижении упруго-прочностных свойств сырой клейковины, растяжимость повышается на 34–56 %, эластичность – снижается.

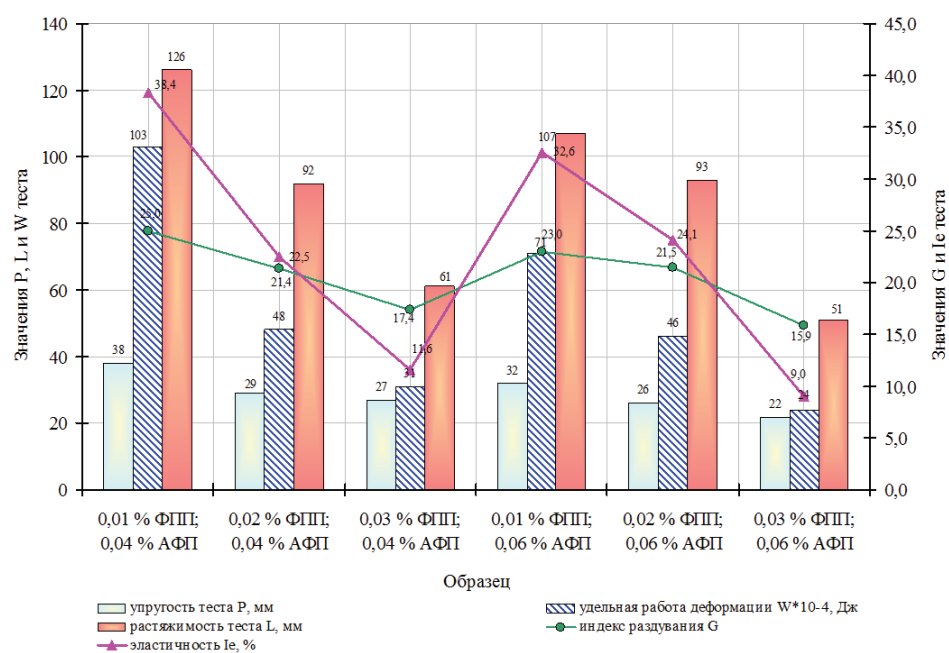
При изготовлении мучных кондитерских изделий из ламинированного теста необходимо получить полуфабрикат с оптимальными реологическими свойствами (упругость, пластичность, эластичность), обеспечивающими процесс его многократной прокатки для изготовления готовых изделий с характерной слоистой структурой и высокой намокаемостью. Для характеристики данных показателей теста рациональным методом является определение деформационных свойств [17].

В ходе работы изучены реологические свойства теста на приборе альвеограф. Результаты исследований позволяют оценить динамику реологического поведения теста при его объемном растяжении с помощью воздуха и определить следующие показатели: упругость P ; растяжимость L ; эластичность I_e , удельная работа деформации W , индекс раздувания G [18, 19]. Полученные данные представляют интерес с практической точки зрения для изготовления теста с характеристиками, необходимыми для его технологической обработки (приготовления и обработки на производственной линии).

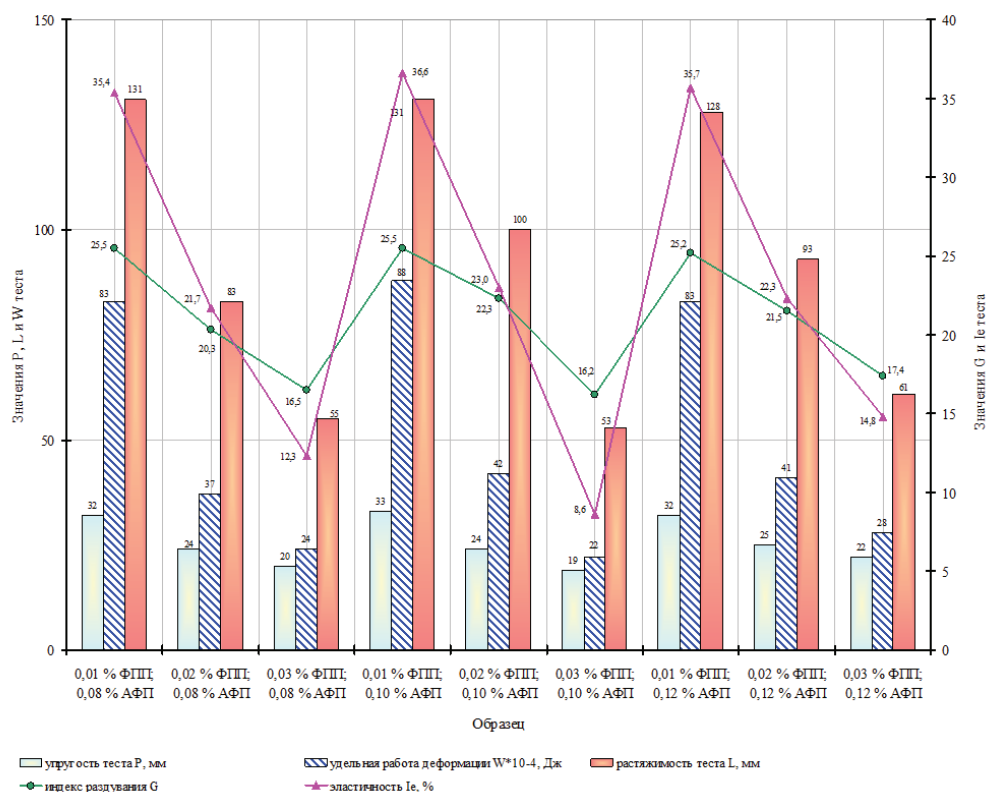
На рис. 2 представлены значения изучаемых показателей при совместном добавлении ферментных препаратов в исследуемых диапазонах дозировок.

На основании анализа результатов, представленных на рис. 2, установлено, что при совместном добавлении ферментных препаратов упругость теста снижается с увеличением дозировки АФП. При дозировке ФПП 0,01 % анализируемое значение снижается с 38 мм до 32–33 мм или на 13–15 %, при дозировке ФПП 0,02 и 0,03 % – с 29 мм до 24–25 мм или на 14–17 % и с 27 мм до 20–22 мм или на 18–25 % соответственно.

Оценка растяжимости теста показала, что значения показателя при добавлении АФП в исследуемом диапазоне дозировок и ФПП 0,01 % составляют 126–131 мм, ФПП 0,02 % и 0,03 % – 92–100 мм и 51–61 мм соответственно. Установлено, что значимое влияние на изменение данного показателя имеет добавление ФПП 0,03 % и АФП более 0,08 %.



а – при добавлении ФПП (0,01–0,03 %) и АФП (0,04–0,06 %)
 а – with adding enzyme preparation of proteolytic action (0.01–0.03 %)
 and enzyme preparation of amylolytic action (0.04–0.06 %)



б – при добавлении ФПП (0,01–0,03 %) и АФП (0,08–0,12 %)
 б – with adding enzyme preparation of proteolytic action (0.01–0.03 %)
 and enzyme preparation of amylolytic action (0.04–0.12 %)

Рис. 2. Реологические свойства теста при совместном добавлении ферментных препаратов
 Fig. 2. Rheological properties of the dough with joint adding enzyme preparation

Анализ эластичности теста показал, что при добавлении АФП более 0,08 % и ФПП 0,02 % и 0,03 % значения показателя повышаются в наибольшей степени – с 21,7 % до 22,3 % или на 3 % и с 12,3 % до 14,8 % или на 20 % соответственно.

Показатель удельной работы деформации при добавлении ФПП 0,01 % и увеличении дозировки АФП снижается со 103 Дж до 83–88 Дж или на 14–19 %. При дозировке ФПП 0,02 % и 0,03 % не установлено значимого влияния совместного добавления ферментных препаратов на анализируемое значение.

Влияние на показатель индекса раздувания установлено при добавлении ФПП 0,03 % и АФП 0,04–0,012 %. Анализируемые значения повышаются с 7,4 до 16,2–17,4 или более чем на 200 %. Это свидетельствует о получении теста слабой консистенции, что отрицательно влияет на качество полуфабриката и готовой продукции.

Оценка полученных данных показывает, что совместное добавление ферментных препаратов приводит к изменению реологических характеристик теста. Установлено, что целесообразно добавление ФПП не более 0,02 % и ФПА не более 0,08 %, что обуславливает снижение упругости и повышение эластичности теста. Это позволяет получить тесто с характеристиками, обеспечивающими его ламинирование, прокатку и формование в ходе технологического процесса.

При проведении исследований изучены реологические характеристики теста при совместном добавлении ферментных препаратов в зависимости от продолжительности ферментации. Данное влияние оценивали по значению показателя пластической прочности теста. Полученные результаты исследований представлены на рис. 3.

Анализ результатов, представленных на рис. 3, показывает, что увеличение дозировки ФПП и АФП, а также продолжительности ферментации теста приводит к снижению пластической прочности теста. Изменение анализируемого показателя в наибольшей степени происходит при совместном добавлении ФПП 0,01–0,03 % и АФП 0,06–0,10 % и продолжительности ферментации 15–30 мин. Значения пластической прочности при этом снижаются при дозировке ФПП 0,01 % с 5,35 кПа до 2,92 кПа или на 45 %, при дозировке ФПП 0,02 % и 0,03 % – с 5,92 кПа до 3,00 кПа или на 50 % и с 5,15 кПа до 3,24 кПа или на 37 % соответственно.

Оценка полученных результатов с аналогичным значением анализируемого показателя теста, приготовленного традиционным (опарным) способом (3,89 кПа через 180 мин брожения), показывает, что добавление ФПП 0,01–0,02 % и АФП 0,04–0,10 % и продолжительность ферментации не более 30 мин обеспечивают получение теста, пригодного для обработки на производственной линии.

В связи с этим, на основании результатов проведенных исследований для дальнейшей работы принята дозировка ФПП 0,02 %, АФП – не более 0,08 %, продолжительность ферментации теста – не более 30 мин.

С целью оптимизации исследуемых значений проведено планирование эксперимента с помощью прикладной программы Statgraphics Plus for Windows. Для изучения области экспериментальных значений использован двухфакторный центральный композиционный план Central composite design $2^2 + \text{star}$ для модели 2-го порядка [20].

В качестве исследуемых факторов приняты дозировка АФП и продолжительность ферментации теста.

Пределы варьирования значений факторов составили:

- ♦ дозировка АФП, % (А): нижний 0,01; верхний 0,08;
- ♦ продолжительность ферментации теста, мин (В): нижний 0; верхний 30.

Дозировка ФПП принята 0,02 % к массе муки.

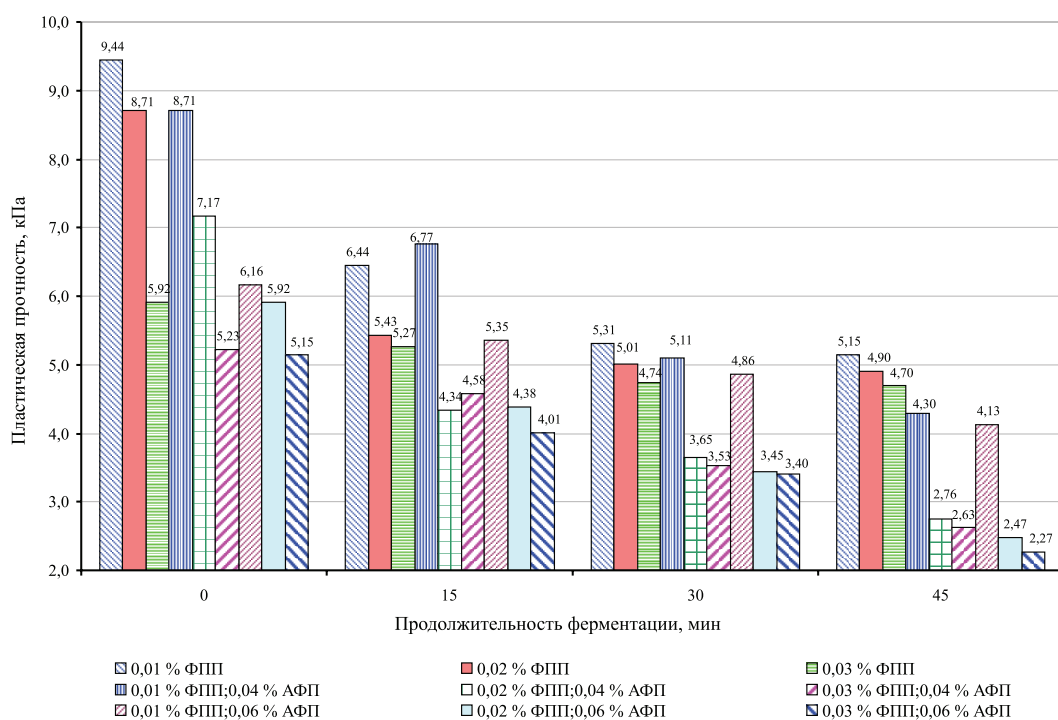
В качестве параметров оптимизации (функции отклика) приняты: количество сырой клейковины Х (%) и намокаемость галет Н (%).

На основании карты Парето установлено, что оба фактора являются значимыми (при уровне доверительной вероятности 95 %) и влияют на анализируемые показатели как по отдельности, так и комплексно. Совместное влияние исследуемых факторов на значения параметров оптимизации оценивали на основании поверхностей отклика, представленных на рис. 4 (а – количество сырой клейковины, б – намокаемость галет).

На основании анализа данных, представленных на рис. 4, установлено, что с увеличением дозировки АФП и продолжительности ферментации снижаются значения сырой клейковины с 29,6–30,8 % до 20,0–21,2 % или на 31–38 % и намокаемости галет с 306–318 % до 222–234 % или на 23–30 %.

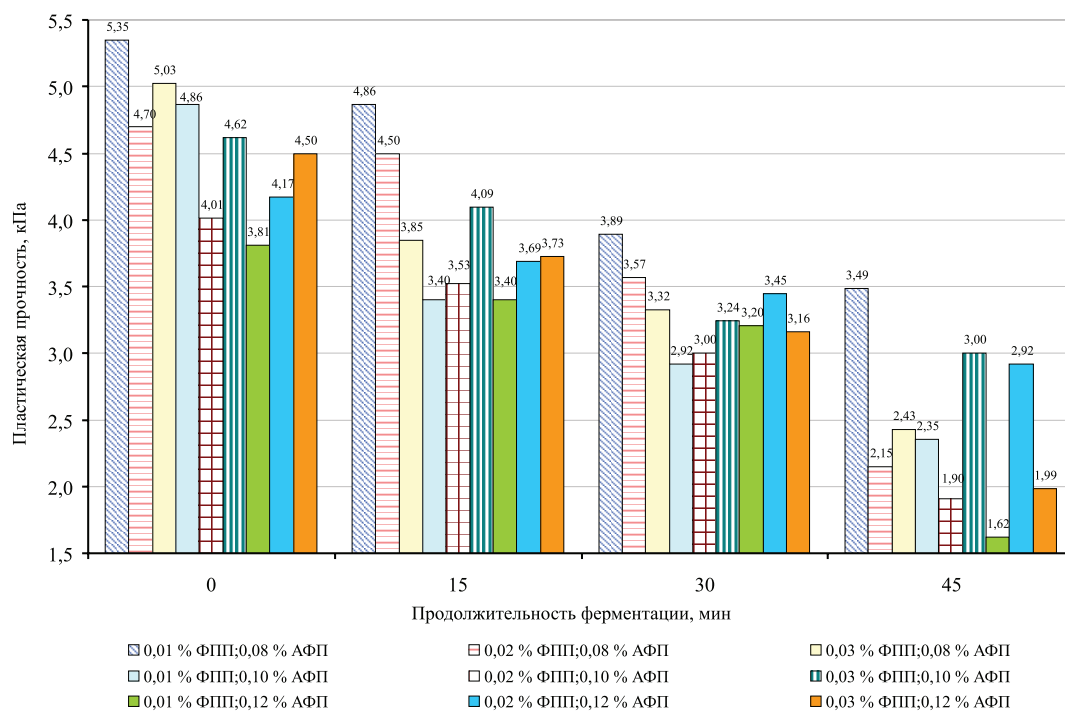
Наибольшее количество сырой клейковины 28,4–30,8 % и наиболее высокую намокаемость 282–318 % имеют образцы при продолжительности ферментации 5–15 мин и добавлении АФП в исследуемом диапазоне дозировок. Отмечено, что с увеличением дозировки ферментного препарата продолжительность ферментации целесообразно сокращать для получения аналогичных значений параметров оптимизации.

В связи с тем, что обработка теста (ламинирование, прокатка) на производственной линии проходит не менее 15 мин, оптимальными значениями факторов являются: продолжительность ферментации 15–20 мин и дозировка АФП 0,02–0,03 %. Содержание сырой клейковины при этом составляет 27,2–28,4 %, намокаемость галет – 282–294 %.



а – при добавлении ФПП (0,01–0,03 %) и АФП (0,04–0,06 %)

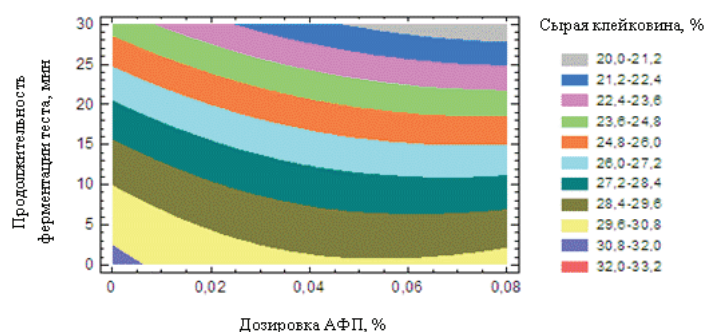
a – with adding enzyme preparation of proteolytic action (0.01–0.03 %) and enzyme preparation of amylolytic action (0.04–0.06 %)



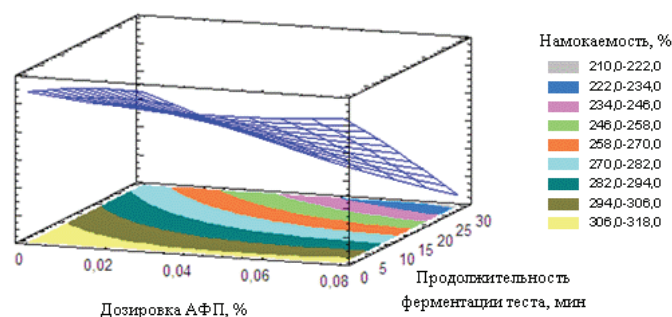
б – при добавлении ФПП (0,01–0,03 %) и АФП (0,08–0,12 %)

b – with adding enzyme preparation of proteolytic action (0.01–0.03 %) and enzyme preparation of amylolytic action (0.08–0.12 %)

Рис. 3. Пластическая прочность теста при совместном добавлении ферментных препаратов
Fig. 3. Plastic strength of the dough with joint adding enzyme preparation



а – количество сырой клейковины
a – quantity of gluten



б – намокаемость галет
b – swelling in water of hardtack

Рис. 4. Поверхности отклика количества сырой клейковины и намокаемости галет при совместном добавлении ферментных препаратов
Fig. 4. Response surface of quantity of gluten and swelling in water of hardtack with joint adding enzyme preparation

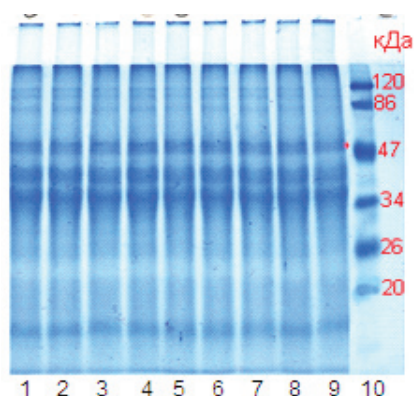
На основании анализа и статической обработки результатов получены уравнения регрессии 2-го порядка, адекватно описывающие зависимость сырой клейковины X и намокаемости H от дозировки ферментного препарата A продолжительности ферментации B (формулы 1 и 2 соответственно):

$$X = 31,118 - 51,798 \cdot A - 0,115 \cdot B + 486,111 \cdot A^2 - 1,278 \cdot A \cdot B - 0,004 \cdot B^2, \quad (1)$$

$$H = 317,949 - 359,650 \cdot A - 1,096 \cdot B + 3819,440 \cdot A^2 - 22,778 \cdot A \cdot B - 0,001 \cdot B^2. \quad (2)$$

В ходе работы проведена оценка качества галет, изготовленных в соответствии с условиями планирования эксперимента (с учетом выше описанных пределов варьирования факторов), что представляет интерес с практической точки зрения. По результатам органолептической оценки установлено, что нормативным требованиям [21] соответствуют образцы, изготовленные с добавлением АФП 0,02–0,08 % и при продолжительности ферментации не менее 15 мин: галеты имеют ровную, гладкую поверхность, без вздутий, структура характеризуется как слоистая. Образцы с дозировкой АФП более 0,07 % и при продолжительности ферментации теста более 30 мин хрупкие, растрескиваются, а с дозировкой АФП 0,01 % не имеют разрыхленной структуры. На вкус и запах галет изменение дозировки АФП и продолжительности ферментации теста влияния не оказало. Цвет готовых изделий с увеличением дозировки АФП изменяется с соломенно-желтого до светло-коричневого, что связано с реакцией меланоидинообразования. По результатам анализа галет по физико-химическим показателям качества установлено, что изменение дозировки АФП и продолжительности ферментации теста не оказывают значимого влияния на показатели массовой доли влаги и щелочности. Массовая доля влаги составила 5,5–5,8 %, щелочность – 0,3 град. Полученные значения соответствуют требованиям [21].

Проведен анализ белкового состава галет, изготовленных в соответствии с условиями планирования эксперимента, что позволяет получить новые научные данные о влиянии ферментных препаратов на степень протеолиза и использовать их для оптимизации параметров технологических схем производства мучных кондитерских изделий. Полученные результаты представлены в виде электрограммы на рис. 5.



- 1 АФП 0,01 %, ферментация 0 мин
- 2 АФП 0 %, ферментация 15 мин
- 3 АФП 0,01 %, ферментация 30 мин
- 4 АФП 0,045 %, ферментация 0 мин
- 5 АФП 0,045 %, ферментация 15 мин
- 6 АФП 0,045 %, ферментация 36 мин
- 7 АФП 0,08 %, ферментация 0 мин
- 8 АФП 0,089 %, ферментация 15 мин
- 9 АФП 0,07 %, ферментация 30 мин
- 10 стандарты молекулярных масс #SM0441

Рис. 5. Электрофореграмма белков галет при совместном добавлении ферментных препаратов и различной продолжительности ферментации теста (12,7 % полиакриламидный гель pH 8,8)
 Fig. 5. Electrophoregram of hardtack's protein with joint adding enzyme preparation and different time of fermentation of the dough (12.7% polyacrylamide gel pH 8.8)

Анализ данных, представленных на рис. 5, показывает, что фракционный состав белков представлен белками с молекулярной массой 30–35 кДа (низкомолекулярными) и 40–60 кДа (высокомолекулярными).

Установлено, что совместное добавление ферментных препаратов способствует интенсивному протеканию протеолиза. Протеолиз высокомолекулярных белков протекает более интенсивно на протяжении всего периода ферментации, низкомолекулярные белки в меньшей степени подвергаются протеолизу. Результаты исследований показывают, что с увеличением дозировки АФП до 0,04 % и продолжительности ферментации до 15 мин содержание негидролизированных белков снижается относительно начального количества: белков с молекулярной массой 30–35 кДа – на 1–6 %, белков с молекулярной массой 40 кДа – на 6–15 %, белков с молекулярной массой 60 кДа – на 5–9 %.

Необходимо отметить, что в наибольшей степени расщепление белков происходит при добавлении АФП в количестве более 0,07 % и продолжительности ферментации более 30 мин: содержания негидролизированных белков снижается на 21–28 %. Это коррелирует со свойствами теста, которое получается излишне пластичным, что обусловлено разрушением структурного каркаса теста. В результате тестовые заготовки имеют неправильную форму, а галеты – не имеют необходимой слоистой структуры.

Таким образом, на основании полученных результатов исследований установлена целесообразность использования в дополнение к ферментному препарату протеолитического действия ферментного препарата амилолитического действия при изготовлении мучных кондитерских изделий из ламинированного теста. Это обеспечивает получение синергетического эффекта от комплексного использования сырьевых микроингредиентов за счет повышения интенсивности процесса протеолиза при сокращении продолжительности ферментации теста на 33–55 %. Установлены оптимальные дозировки ферментных препаратов: протеолитического действия 0,02 % к массе муки, амилолитического действия 0,02–0,03 % к массе муки, продолжительность ферментации теста 15–20 мин.

Благодарности

Исследования, описанные в данной работе, были проведены в рамках выполнения гранта на выполнение научно-исследовательских работ докторантами и аспирантами Национальной академии наук Беларуси.

Acknowledgements

The studies described in article were carried out within the framework of the grant for research work by doctoral and postgraduate students of the National Academy of Sciences of Belarus.

Список использованных источников

1. Зубченко, А.В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий / А.В. Зубченко. – 2-е изд. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2001. – 389 с.
2. Пищевая добавка для приготовления мучных кондитерских изделий : пат. RU 2278520 С2 Российской Федерации, МПК А 21D 13/08, А21D 2/24, А21D 8/04 / заявитель Потапов Сергей Степанович. – № 2004121419/13 ; заявл. 14.07.2004 // 27.06.2006 Бюл. № 18.
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. Мультиэнзимная композиция для приготовления крекеров, галет и печенья : пат. RU 2060666 С1 Российской Федерации, МПК А 21D 13/08 / заявитель Акционерное общество «Биотехнология»,

- Товарищество с ограниченной ответственностью — Производственно — коммерческая фирма «РОСКОН». — № 93057890/13 ; заявл. 29.12.1993 // 27.05.1996 Бюл. № 15.
5. Способ приготовления крекера : пат. RU 2248708 С2 Российской Федерации, МПК А 21D 13/08 / заявитель Кубанский государственный технологический университет. — № 2000132521/13 ; заявл. 03.12.2002 // 27.03.2005 Бюл. № 9.
 6. Способ приготовления затяжного печенья : пат. RU 2248709 С2 Российской Федерации, МПК А 21D 13/08 / заявитель Кубанский государственный технологический университет. — № 2002132534/13 ; заявл. 03.12.2002 // 27.03.2005 Бюл. № 9.
 7. Колупаева, Т.Г. Ферментные препараты для формирования качества хлебобулочных изделий / Т.Г. Колупаева, Ю.Н. Малофеева, Т.А. Юдина, И.В. Матвеева // Хлебопекарное и кондитерское производство. — 2002. — № 6. — С. 1–3.
 8. Кнопина, С.И. Роль ферментов в производстве изделий из ламинированного теста / С.И. Кнопина, Т.В. Савенкова // Кондитерское производство. — 2004. — № 2. — С. 24–25.
 9. 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.
 10. Мука пшеничная. Физические характеристики теста. Определение реологических свойств с применением альвеографа: ГОСТ Р 51415-99 (ИСО 5530-4:91). — Введ. 01.03.2001. — Москва: Госстандарт России, 2007. — 16 с.
 11. Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей: ГОСТ 5897-90. — Введ. 01.01.92. — Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2010. — 6 с.
 12. Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ: ГОСТ 5900-2014. — Введ. 01.11.2016. — М.: СТАНДАРТИНФОРМ, 2014. — 16 с.
 13. Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности: ГОСТ 5898-87. — Введ. 01.01.89. — Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2010. — 9 с.
 14. Изделия кондитерские мучные. Метод определения намокаемости: ГОСТ 10114-80. — Введ. 01.07.81. — Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2012. — 8 с.
 15. Максимов, А.С. Реология пищевых продуктов. Лабораторный практикум / А.С. Максимов, В.Я. Черных. — СПб «ГИОРД», 2006. — 176 с.
 16. Вислоухова, С.Н. Оценка влияния ферментного препарата на свойства теста и показатели качества галет на разрыхлителях / С.Н. Вислоухова, И.А. Машкова // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. — 2017. — №1 (22). — С. 32–37.
 17. Цуканова, Л.Н. Совершенствование технологии обогащенных хлебобулочных изделий на основе моделирования рецептурных смесей : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Л.Н. Цуканова. — Москва, 2005. — 188 с.
 18. Юсупова, Г.Г. Методы контроля качества муки по реологическим свойствам теста / Г.Г. Юсупова, О.Н. Бердышникова // Хлебопекарное производство. — 2011. — № 2. — С. 48–53.
 19. Юсупова, Г.Г. Методы контроля качества муки по реологическим свойствам теста / Г.Г. Юсупова, О.Н. Бердышникова // Хлебопечение России. — 2010. — № 1. — С. 17–18.
 20. Дюк, В.В. Обработка данных на ПК / В.В. Дюк. — СПб.: ПИТЕР, 1997. — 242 с.
 21. Галеты. Общие технические условия: СТБ 2357-2014. — Введ. 01.07.2014. — Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2014. — 20 с.

References

1. Zubchenko A.V. Fiziko-ximicheskie osnovy` texnologii konditerskix izdelij [*Physico-chemical basis of confectionery products' technology*]. Voronezh, Voronezh. gos. texnol. akad., 2001, 389 p. (in Russian).
2. Potapov S.S. Pishhevaya dobavka dlya prigotovleniya muchny`x konditerskix izdelij [*Food additive for the preparation of flour confectionery products*]. Patent RU, no. 2278520, 2006 (in Russian).
3. Me'nli D. Muchny`e konditerskie izdeliya [*Flour confectionery products*]. Spb, Professiya, 2003, 558 p. (in Russian).
4. Akcionernoe obshchestvo «Biotexnologiya», Tovarihshestvo s ogranichennoj otvetstvennost`yu — Proizvodstvenno — kommercheskaya firma «ROSKON». Mul'tie`nzimnaya kompoziciya dlya prigotovleniya krekerov, galet i pechen`ya [*Multienzyme composition for the preparation of crackers, biscuits and biscuits*]. Patent RU, no. 2060666, 1996 (in Russian).
5. Kubanskij gosudarstvenny`j texnologicheskij universitet. Sposob prigotovleniya krekerov [*Method of preparation of cracker*]. Patent RU, no. 2248708, 2005 (in Russian).
6. Kubanskij gosudarstvenny`j texnologicheskij universitet. Sposob prigotovleniya zatyazhnogo pechen`ya [*Method of preparation of dry biscuits*]. Patent RU, no. 2248709, 2005 (in Russian).
7. Kolupaeva T.G., Malofeeva Yu.N., Yudina T.A., Matveeva I.V. Fermentny`e preparaty` dlya formirovaniya kachestva xlebobulochny`x izdelij [*Enzyme preparations for the formation of the quality of bakery product*]. Xlebopekarnoe i konditerskoe proizvodstvo, 2002, no.6, pp. 1–3 (in Russian).

8. Knopova S.I., Savenkova T.V. Rol' fermentov v proizvodstve izdelij iz laminirovannogo testa [*Role of enzymes in the production of products from laminated dough*]. Konditerskoe proizvodstvo, 2004, no.2, pp. 24–25 (in Russian).
9. GOST 27839-88. Muka pshenichnaya. Metody' opredeleniya kolichestva i kachestva klejkoviny' [*GOST 27839-88. Methods for determining the quantity and quality of gluten*]. Minsk, Gosstandart: Belarusian Gos. Institute of Standardization and Certification, 2012. 8 p. (in Russian).
10. GOST R 51415-99 (ISO 5530-4-91). Muka pshenichnaya. Fizicheskie xarakteristiki testa. Opredelenie reologicheskix svojstv s primeneniem al'veografa [*Wheat Flour. Physical characteristics of the dough. Determination of rheological properties using alveograph*]. Moscow, Gosstandart of Russia, 2007. 16 p. (in Russian).
11. GOST 5897-90. Izdeliya konditerskie. Metody' opredeleniya organolepticheskix pokazatelej kachestva, razmerov, massy' netto i sostavny'x chastej [*Methods for determination of organoleptic quality indices, sizes, net-mass and components*]. Minsk, Gosstandart: Belarusian Gos. Institute of Standardization and Certification, 2010. 6 p. (in Russian).
12. GOST 5900-2014. Izdeliya konditerskie. Metody' opredeleniya vlagi i suxix veshhestv [*Confectionery products. Methods for determining moisture and solids*]. Moscow, STANDARTINFORM, 2014. 16 p. (in Russian).
13. GOST 5898-87. Izdeliya konditerskie. Metody' opredeleniya kislotnosti i shhelochnosti [*Confectionery products. Methods for determining acidity and alkalinity*]. Minsk, Gosstandart: Belarusian Gos. Institute of Standardization and Certification, 2010. 9 p. (in Russian).
14. GOST 10114-80. Izdeliya konditerskie muchny'e. Metod opredeleniya namokaemosti [*Flour confectionery products. Method of determination of wetness*]. Minsk, Gosstandart: Belarusian Gos. Institute of Standardization and Certification, 2012. 8 p. (in Russian).
15. Maksimov A.S., Cherny'x V.Ya. Reologiya pishhev'x produktov. Laboratorny'j praktikum [*Rheology of food products. Laboratory workshop*]. SPb., «GIORD», 2006, 176 p. (in Russian).
16. Vislouxova S.N., Mashkova I.A. Ocenka vliyaniya fermentnogo preparata na svojstva testa i pokazateli kachestva galet na razry'xlitelyax [*Evaluation of enzyme's influence on the properties of dough and quality of hardtack on the leavening agents*]. Vestnik Mogilevskogo gosudarstvennogo universiteta prodovol'stviya, 2017, no.1 (22), pp. 32–37 (in Russian).
17. Czukanova L.N. Sovershenstvovanie texnologii obogashhenny'x xlebobulochny'x izdelij na osnove modelirovaniya recepturny'x smesey. Diss. kand. texn. nauk [*Improvement of technology of enriched bakery products on the basis of modeling of recipe mixtures. Ph.D. tech. sci. diss.*]. Moscow, 2005. 188 p. (in Russian).
18. Yusupova G.G., Berdy'shnikova O.N. Metody' kontrolya kachestva muki po reologicheskim svojstvam testa [*Methods of quality control of flour on rheological properties of dough*]. Xlebopekarnoe proizvodstvo, 2011, no.2, pp. 48–53 (in Russian).
19. Yusupova G.G., Berdy'shnikova O.N. Metody' kontrolya kachestva muki po reologicheskim svojstvam testa [*Methods of quality control of flour on rheological properties of dough*]. Xlebopepechenie Rossii, 2010, no.1, pp. 17–18 (in Russian).
20. Dyuk V.V. Obrabotka danny'x na PK [*Data processing on PC*]. SPb., PETER, 1997, 242 p. (in Russian).
21. STB 2357-2014. Galety'. Obshhie texnicheskie usloviya [*STB 2357-2014. Galette. General specifications*]. Minsk, Gosstandart: Belarusian Gos. Institute of Standardization and Certification, 2014. 20 p. (in Russian).

Информация об авторах

Вислоухова Светлана Николаевна — научный сотрудник отдела технологий кондитерской и масло-жировой продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: npc-candy@tut.by

Машкова Ирина Анатольевна — кандидат технических наук, доцент, декан технологического факультета, учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия» (пр-т Шмидта, 3, 212027, г. Могилев, Республика Беларусь). E-mail: techno_f@mail.ru

Курченко Владимир Петрович — кандидат биологических наук, заведующий лабораторией прикладных проблем биохимии учреждения образования «Белорусский государственный университет» (пр-т Независимости, 4, 220030, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: kurchenko@tut.by

Information about authors

Vislavukhava Sviatlana N. — RUE «Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29 Kozlova street, 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: npc-candy@tut.by

Mashkova Irina A. — Ph.D. (Engineer-ring), professor, Mogilev state university of food technologies (3 Shmidt Avenue, 212027, Mogilev, Republic of Belarus). E-mail: techno_f@mail.ru

Kurchenko Vladimir P. — Ph.D. (Biological), Belarusian State University (4 Nezavisimosti Avenue, 220030, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: kurchenko@tut.by