

Література

1. Пищевая химия / Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. Под ред. А.П. Нечаева. Издание 3-е, испр. – СПб. : ГИОРД, 2004. – 640 с.
2. Концентраты соединительнотканного белка. Спецификация. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <vremya.spb.ru/cgi-bin/download.pl/Сканпро%2004.doc?id=152>.
3. Зберігання та переробка сільськогосподарської продукції / О.В. Богомолов, Н.В. Верешко, О.М. Сафонова та ін. Під ред. О.І. Шаповаленка, О.М. Сафоновой. – Харків: Еспада, 2008. – 544 с.
4. Молекулярно-кинетическая теория [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.artlyceum.ru/Physics/Models/content/chapter3/section/paragraph7/theory.html>

УДК 664.681.016.3:613.22

ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТА ПРОТЕОЛИТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НА СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕСТА ДЛЯ РАСТВОРИМОГО ПЕЧЕНЬЯ

Кондратова И.И., канд. техн. наук, доцент, Гершончик К.Н., аспирант
 РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,
 г. Минск

При изготовлении мучных кондитерских изделий используют ферментные препараты протеолитического действия, которые позволяют изменять упруго-эластичные свойства клейковины и регулировать качество готовых изделий. Авторами изучено влияние ферментного препарата протеолитического действия Нейтразы 1,5 MG на пластическую прочность и микроструктуру теста для растворимого печенья и установлены оптимальные параметры тестоведения, обеспечивающие получение растворимого печенья с необходимыми показателями качества.

Proteolytic enzymes are used for flour confectionery production. Proteolytic enzymes modify elastic characteristics of gluten and regulate quality of finished product. Authors are studied influence of proteolytic enzyme Neutrase 1,5 MG on plastic resistance and microstructure of dough for soluble biscuits and determined optimal parameters of dough making, supported soluble biscuits production with necessary quality index.

Ключевые слова: растворимое печенье, ферментный препарат протеолитического действия, тесто, продолжительность ферментации, пластическая прочность, микроструктура.

При изготовлении мучных кондитерских изделий для ускорения набухания белков, снижения упруго-эластичных свойств теста, улучшения качества готовой продукции используют препараты, изменяющие свойства клейковины. Традиционно для этих целей используют пиросульфит натрия, который является химическим соединением. Однако в последнее время находят свое применение и ферментные препараты протеолитического действия [1, с. 28-29]. Механизм действия протеолитических ферментов и пиросульфита натрия представлен на рис. 1.

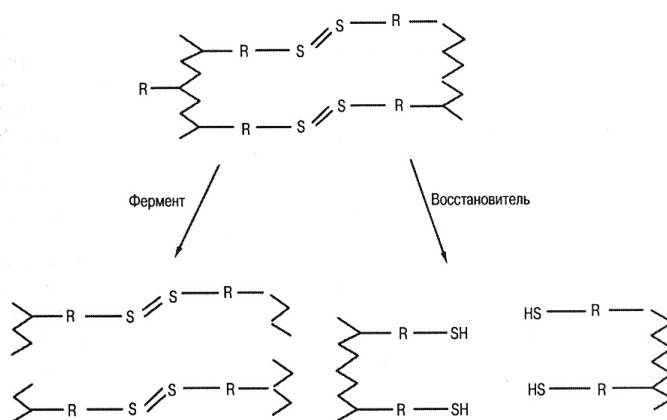


Рис. 1 – Влияние протеолиза и восстановления на белки теста

Как видно из рис. 1, восстановитель (пиросульфит натрия) вызывает потерю стабильности и увеличение растяжимости клейковины, разрывая дисульфидные связи белка, в то время как протеолитические ферменты достигают аналогичного эффекта совершенно иным способом, разрывая внутренние пептидные связи белков клейковины. Текстура печенья, изготовленного с добавлением протеазы, обычно более выраженная и нежная, чем изготовленного с добавлением пиросульфита натрия. Кроме того, в связи с отрицательным воздействием продуктов разложения пиросульфита натрия его использование при производстве продуктов детского питания запрещено. В то же время применение ферментов с точки зрения безопасности является перспективным, так как они представляют собой вещества белковой природы и в процессе выпечки инактивируются.

Промышленно протеазы получают из трех основных источников:

- из растений (например, папаин, бромелаин, фицин и т.д.);
- из животных (например, трипсин, химотрипсин, пепсин, ренин и т.д.);
- из микроорганизмов, особенно из *Aspergillus oryzae* грибного происхождения (плесени) и бактерий *Bacillus subtilis*.

Наиболее подходящей для теста является протеаза, полученная из бактерий *Bacillus subtilis* [1, с. 222-223]. Обычно микроорганизмы продуцируют комплекс протеолитических ферментов, в котором содержатся и эндо-, и экзопротеазы. Для препаратов бактериального происхождения по сравнению с грибными характерно большее эндопептидазное действие и меньшая активность аминопептидаз. По сравнению с грибными протеазами, бактериальные протеазы при изготовлении мучных кондитерских изделий используются в меньших количествах и с большим эффектом. Кроме того, в грибных препаратах могут присутствовать следы липазы, в результате воздействия которой наблюдается ухудшение аромата печенья [2, с 102].

Протеолитические ферменты модифицируют состояние клейковинных белков, изменяют структуру клейковины, увеличивают количество низкомолекулярных белковых веществ и тем самым позволяют повысить усвояемость растворимого печенья, предназначенного для детей раннего возраста. За счет изменения структурно-механических свойств клейковины повышается качество готовых изделий: улучшается структура, снижается плотность, повышается намокаемость и растворимость печенья, что особенно важно для растворимого печенья, так как оно употребляется детьми раннего возраста в растворенном виде.

Целью проводимых исследований является изучение влияния ферментного препарата протеолитического действия на структурно-механические свойства теста для растворимого печенья.

Структурно-механические свойства теста оценивали путем измерения пластической прочности теста и изучения микроструктуры теста.

Пластическую прочность теста определяли на приборе «Структурометр» путем измерения максимального усилия воздействия неподвижного инструмента в виде конуса на образец теста, перемещаемого столиком прибора по заданному закону.

Пластическую прочность теста P , Па, рассчитывали по формуле (1):

$$P = k \cdot \frac{F}{h^2} \quad (1)$$

где k – константа, зависящая от угла α при вершине конуса; при $\alpha = 60^\circ$ $k = 0,413$;

F – максимальное усилие воздействия конуса при движении столика, Н;

h – перемещение столика, м.

Микроструктурный анализ теста проводили на электронном сканирующем микроскопе Scanning Electron Microscope JEOL JSM – 5610LV при увеличении в 500 раз. Образцы теста подвергали сушке в сублимационной установке LZ-9 при температуре от минус 35 °С до плюс 40 °С.

Для проведения исследований использовали ферментный препарат протеолитического действия Нейтразу 1,5 MG. Так как ферменты являются веществами белковой природы, то их активность значительно зависит от внешних факторов, таких как температура, рН среды, продолжительность воздействия, наличия активаторов или ингибиторов протеолиза. Температурный оптимум действия Нейтразы составляет 35-40 °С, температура инактивации (55-60) °С. Оптимальный диапазон рН составляет 6,5-8,0, что приемлемо для всех видов теста. Важно также соблюдать длительность процесса ферментации, чтобы обеспечить необходимые условия для действия фермента.

Ферментный препарат вносили в тесто в количестве от 0,03 до 0,15 % к массе муки с интервалом 0,03 %, тесто подвергали ферментации при температуре 35 °С, продолжительность ферментации теста изменяли от 0 до 180 мин с интервалом 30 мин. Контрольный образец теста изготавливали без добавления ферментного препарата, пластическую прочность контрольного образца измеряли сразу после замеса теста. Результаты исследований пластической прочности теста для растворимого печенья представлены на рис. 2.

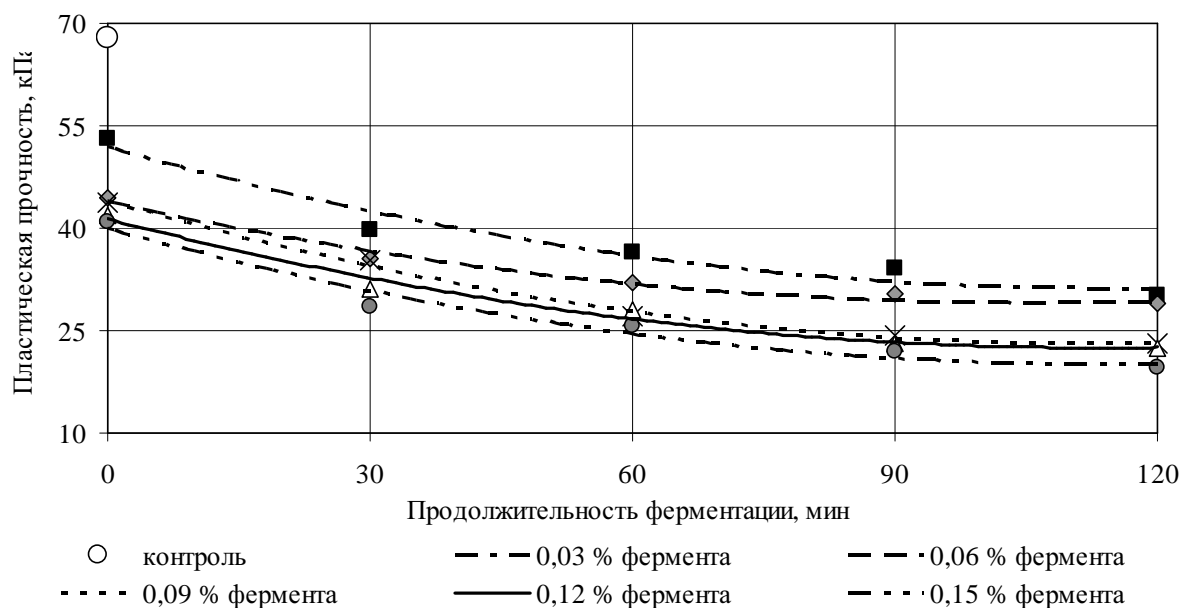


Рис. 2 – Влияние дозировки ферментного препарата и продолжительности ферментации на пластическую прочность теста

Как видно из рис. 2, как с увеличением дозировки ферментного препарата, так и с увеличением продолжительности ферментации пластическая прочность теста снижается. Из представленных данных следует, что наиболее существенное снижение пластической прочности теста происходит при продолжительности ферментации 30 мин – на (8,6-13,4) кПа. При дальнейшем увеличении продолжительности ферментации пластическая прочность снижается незначительно: на (0,7-5,0) кПа.

Необходимо отметить, что ферментный препарат начинает проявлять свою активность сразу после внесения в тесто, так как при этом его пластическая прочность составляет (53,2-41,0) кПа, что на (21-40) % ниже, чем аналогичный показатель контрольного образца теста.

Подобраны уравнения регрессии, описывающие зависимость пластической прочности теста от продолжительности ферментации:

$$Y = k_0 - k_1 \cdot x + k_2 \cdot x^2 \tag{2}$$

где Y – пластическая прочность теста, кПа;

x – продолжительность ферментации теста, мин;

k_0, k_1, k_2 – коэффициенты в уравнении регрессии.

Значения коэффициентов в уравнении регрессии (2) представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения коэффициентов в уравнение регрессии

Дозировка ферментного препарата, % к массе муки	Значение коэффициентов			Коэффициент корреляции
	k_0	k_1	k_2	
0,03	51,90	0,36	0,0016	0,95
0,06	43,89	0,28	0,0013	0,98
0,09	44,05	0,37	0,0016	0,99
0,12	41,36	0,33	0,0015	0,98
0,15	39,95	0,35	0,0015	0,97

Проверку адекватности уравнений регрессии определяли по критерию Фишера. Уравнения регрессии адекватно описывают экспериментальные данные при уровне значимости 5 %.

Установлено, что оптимальные реологические характеристики для изготовления растворимого печенья имеет тесто, пластическая прочность которого составляет (27-29) кПа. При этом тесто хорошо формуется, не прилипает, тестовые заготовки сохраняют заданную форму при выпечке, готовое печенье имеет гладкую поверхность, без трещин. Превышение значения пластической прочности более 29 кПа не позволяет качественно провести процесс формования тестовых заготовок, так как тесто становится вязким и прилипает к формирующему оборудованию. Тесто с пластической прочностью ниже 27 кПа обладает

достаточно высокими упруго-эластичными свойствами, что также затрудняет процесс формования, тестовые заготовки деформируются, на поверхности готового печенья образуются трещины.

На основании анализа вышеприведенных данных определены 4 варианта изготовления теста с требуемой пластической прочностью (таблица 2).

Таблица 2 – Параметры изготовления теста с пластической прочностью 27-29 кПа

Параметры изготовления теста	Вариант № 1	Вариант № 2	Вариант № 3	Вариант № 4
Дозировка ферментного препарата, % к массе муки	0,06	0,09	0,12	0,15
Продолжительность ферментации теста, мин	120	60	60	30
Пластическая прочность теста, кПа	28,9	27,0	28,1	28,4

Изготовление теста для растворимого печенья с низкими дозировками ферментного препарата (менее 0,12 % к массе муки) требует более продолжительной ферментации, что удлиняет технологический цикл изготовления растворимого печенья и снижает мощность производственной линии. Таким образом, оптимальная и достаточная продолжительность ферментации теста составляет 30 мин, а оптимальная дозировка ферментного препарата – 0,15 % к массе муки. Косвенным подтверждением установленных оптимальных параметров тестоведения являются высокая намокаемость (390 %) и низкая плотность (0,49 г/см³) растворимого печенья.

Для более полной оценки изменений, происходящих в тесте для растворимого печенья при внесении ферментного препарата, проведен его микроструктурный анализ. На рис. 3 представлены микрофотографии теста, изготовленного без использования ферментного препарата (а) и с добавлением ферментного препарата в количестве 0,006 % (б) и 0,15 % (в).

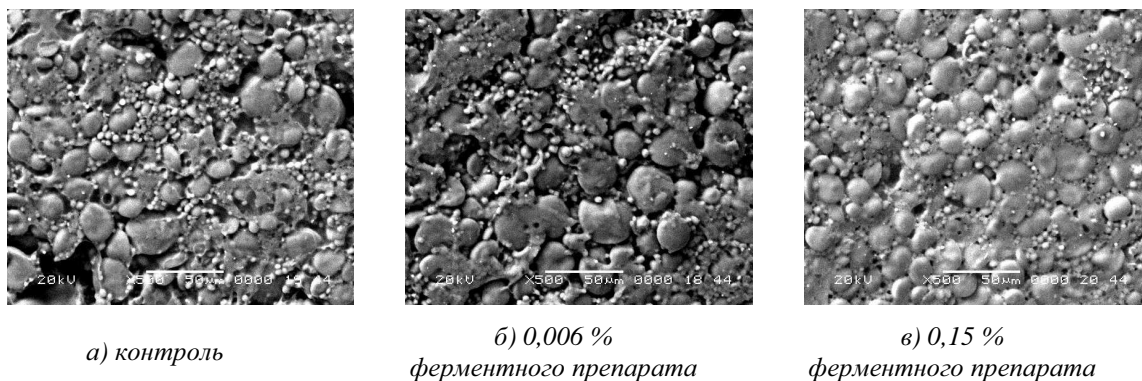


Рис. 3 – Электронные микрофотографии теста

Микрофотографии позволяют оценить влияние протеолитического фермента Нейтразы 1,5 MG на белково-протеиназный комплекс теста для растворимого печенья. На представленных микрофотографиях видно, что тесто для растворимого печенья состоит из крупных и мелких двояковыпуклых (линзообразных) гранул крахмала, распределенных в белковой матрице. В контрольном образце теста (рис. 3 а) и в тесте с минимальной дозировкой ферментного препарата (рис. 3 б) существенных различий в микроструктуре не наблюдается: клейковина сохраняет свои упруго-эластичные свойства и плотно удерживает крахмальные гранулы. Увеличение количества фермента до 0,15 % вызывает потерю упруго-эластичных свойств клейковины, тесто для растворимого печенья становится более пластичным, что способствует равномерному распределению гранул крахмала в сплошной белковой матрице (рис. 3 в).

Выводы

Результаты проведенных исследований показали, что увеличение дозировки ферментного препарата протеолитического действия Нейтразы 1,5 MG и продолжительности ферментации снижает упруго-эластичные свойства теста для растворимого печенья, что подтверждается значениями его пластической прочности и микроструктурой. Установлено, что максимальное снижение пластической прочности теста наблюдается при продолжительности ферментации 30 мин. Определены оптимальные параметры изготовления теста для растворимого печенья: дозировка ферментного препарата протеолитического действия Нейтразы 1,5 MG в количестве 0,15 % к массе муки, продолжительность ферментации теста 30 мин при температуре 35 °С.

Литература

1. Технологические инструкции по производству мучных кондитерских изделий. – М.: ВНИИКП, 1992. – 241 с.

2. Мэнли, Д. Мучные кондитерские изделия / Мэнли Д.; пер. с англ. В.Е. Ашкинази; под ред. И.В. Матвеевой. – СПб.: Профессия, 2008. – 558 с.
3. Иванова, Л.А. Пищевая биотехнология. Кн. 2. Переработка растительного сырья / Л.А. Иванова, Л.И. Войно, И.С. Иванова; под ред. И.М. Грачевой. – М.: КолосС, 2008. – 472 с.
4. <http://www.artlyceum.ru/Physics/Models/content/chapter3/section/paragraph7/theory.html>

УДК 664.68

ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТІСТА ДЛЯ МАФФІНІВ

Дорохович А.М., д-р техн. наук, професор, Ковалевська Є.І., канд. техн. наук, доцент,
Лазоренко Н.П., аспірант
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Досліджено структурно-механічні властивості маффінів на основі цукру білого, встановлено вплив цукрозамінників фруктози і пребіотика лактулози на структурно-механічні властивості маффінів. Наведено основні реологічні показники тістових мас маффінів.

Investigational structurally mechanical properties of maffin on the basis of sugar white, influence of sweeteners fructose is set and prebiotika laktulozi on structurally mechanical properties of maffiniv. The basic reologichni indexes of tistovikh the masses of maffiniv are resulted.

Ключові слова: маффін, пребіотик лактулоза, реологічні властивості тіста.

Асортимент борошняних кондитерських виробів (БКВ) в Україні з кожним роком безупинно зростає. Розширюється асортимент вже наявних видів борошняних кондитерських виробів і мігрують з Європи нові види борошняних кондитерських виробів. Останнім часом на ринку України з'явилися нові види БКВ – це маффіни.

Маффіни – один із нових для українських споживачів кондитерський виріб. Зовні маффіни схожі на кекси, але якщо кекси – це скоріше торт у мініатюрному виконанні, то маффіни – це золота середина між кексом і масляним бісквітом. Він поєднує в собі легку, ніжну структуру бісквіту, пористість кексів і має свою індивідуальність: замість маргарину або вершкового масла, яка у кексів є основним структуроутворювачем тіста використовується рослинна олія, яка багата на поліненасичені жирні кислоти, не містить транс-ізомерів жирних кислот. Зазвичай на підприємствах малої і середньої потужності, а також у кафе маффіни виготовляють на основі традиційної сировини (борошна, цукру білого кристалічного, меланжу) з додаванням спеціальної суміші [2], до складу якої входить сухий меланж, вологоутримувальні компоненти, сухе знежирене молоко, крохмаль, пекарські порошки Е 450; Е 500, емульгатори Е 472 і Е 471, Е 475, сіль, барвник та ін. Співвідношення компонентів даної суміші є невідомим.

У НУХТі було проведено комплекс досліджень і шляхом використання математичного методу багатofакторного планування експерименту було визначено оптимальне співвідношення хімічних розпушувачів: харчової соди, амонію і пірофосфату натрію та емульгаторів, що було використано при розробленні науково обґрунтованих рецептурних композицій маффінів оздоровчого (функціонального) і дієтичного призначення [2].

Аналіз ринку України і за кордоном показує, що при виробництві маффінів використовується цукор білий кристалічний [4].

У зв'язку з тим, що з кожним роком збільшується кількість хворих на цукровий діабет, нами запропоновано при виробництві маффінів використовувати цукрозамінник фруктозу, а для надання виробам функціонального статусу збагачувати їх фізіологічно-функціональним інгредієнтом – пребіотиком лактулозою [5]. Як пребіотик лактулоза стимулює ріст і розвиток захищеної мікрофлори кишечника – біфідо і лактобактерій, які активно розвиваються, продукують органічні кислоти, які у свою чергу пригнічують ріст і розмноження патогенних мікроорганізмів за рахунок зменшення кишкового рН. Крім того, лактулоза сприяє покращенню імунітету, синтезу вітамінів, захисту від різних інфекцій, вона перешкоджає проникненню в кров токсинів, які утворюються при метаболізмі харчових продуктів. Добова профілактична доза лактулози, рекомендована медико-біологічними випробуваннями 2,0–10,0 г на добу [3].

Відповідно до державного стандарту Росії ГОСТ Р 82349-2005 [1], науковою базою якого є Європейська наукова концепція, харчовий продукт має статус «функціональний харчовий продукт», коли до його складу входять фізіологічно-функціональні інгредієнти в кількості 10-50 % від добової потреби. Лактулоза, як пребіотик є фізіологічно-функціональним інгредієнтом, тому нами було запропоновано використовувати її в кількості 2 грама на 100 г маффіну. За основу ми рийняли, добова потреба лактулози як пребіотика становить 10 г, і як фізіологічно-функціональний інгредієнт його кількість прийнята нами 20 %, що складає 2 г на 100 г готового продукту, тобто при споживанні 100 г маффінів забезпечується задоволення добової потреби лактулози на 20 %.