

УДК 664.66:623/63

ИЛЬДИРОВА С.К., канд. техн. наук, доцент, **ЛЕВИТ И.Б.**, канд. техн. наук, доцент, **ПОПОВА С.Ю.**, аспирант
Донецкий национальный университет экономики и торговли имени М. Туган-Барановского, г. Донецк

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИСАХАРИДОВ В КРАХМАЛСОДЕРЖАЩЕМ СЫРЬЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ

В статье рассмотрены проблемы рационального использования вторичного сырья, перспективы использования крахмалсодержащего сырья в технологии производства сахаристых веществ и их дальнейшего применения в производстве дрожжевого теста. Исследовано влияние низкотемпературной обработки крахмалсодержащего сырья на изменения содержания в нем полисахаридов, а также определены экспериментальные зависимости количества амилозы и амилопектина от длительности выдержки вторичных продуктов переработки картофеля при различных температурах.

Ключевые слова: сахарозаменитель, крахмалсодержащее сырье, абсорбционная спектроскопия, оптическая плотность, спектральная зависимость.

In the article use the problems of rational of the second raw material are considered, prospects of the use of starch containing raw material in technology of production of sacchariferous matters and their further application in the production of zymic test. Influence of low temperature treatment of крахмалсодержащего raw material is investigational on the changes of maintenance in him of polysaccharidess, and also experimental dependences of amount of amilose and amylopectin are certain on duration of self-control of afterproducts of processing of potato at different temperatures.

Keywords: sugar substitute, starch-containing raw material, absorbing spectroscopy, absorbancy, spectral dependence.

На сегодня хлебопекарная промышленность в Украине имеет большое значение, в первую очередь для поддержки социальной стабильности в обществе, ведь ее продукция удовлетворяет потребности всех слоев населения. Следует отметить, что процесс производства хлебобулочных изделий является достаточно длительным, поэтому разработка ускоренных технологий позволит значительно сократить время приготовления хлебобулочных изделий. Наряду с этим, проблема рационального использования промышленного вторичного сырья и создания безотходных технологий очень остро стоит в концепции создания ресурсосберегающих технологий Украины. Поэтому актуальным является вопрос разработки принципиально новых ускоренных технологий хлебобулочных изделий с использованием натурального сырья.

Анализ литературных источников показал, что в последние годы широкое распространение получила разработка ускоренных технологий производства хлебобулочных изделий за счет введения дополнительных ингредиентов или дополнительных операций [1, 2]. Одним из наиболее распространенных направлений в этой области является поиск природных сахарозаменителей, в том числе полученных из крахмала. В качестве продукта для получения сахаристых веществ, мы исследуем вторичные продукты переработки картофеля предварительно измельченные и замороженные. Вследствие процесса гидролиза крахмала на этой стадии происходит образование углеводов, таких как глюкоза, мальтоза и небольшое количество низкомолекулярных декстриновых веществ. После замораживания картофельное пюре подвергалось кондуктивно-радиационной сушке до массовой доли влаги в конечном продукте 12 % [3]. Сухие продукты с массовой долей влаги не более 12 % согласно ГОСТ 13342-77 имеют достаточно длительный срок хранения (6 месяцев), а также более удобны при использовании на предприятиях хлебопекарной промышленности.

Исследуя эту проблему, мы решили сразу, как минимум, три задачи:

- рациональное использование вторичного сырья;
- поиск новой технологии получения сахарозаменителя из крахмалсодержащего сырья;
- использование полученной добавки в технологии дрожжевого теста при извлечении из последней рецептурного сахара.

В предыдущих исследованиях были проведены исследования о влиянии вторичных продуктов переработки картофеля на качественные показатели теста и доказана эффективность их использования в среде предварительной активации дрожжей [4, 5].

Целью данной работы является исследование изменения содержания полисахаридов в крахмалсодержащем сырье под действием низкотемпературной обработки методом абсорбционной спектроскопии в видимом диапазоне длины волн.

Предметом исследования стали промышленные вторичные продукты переработки картофеля, подвергнутые замораживанию и последующей сушке.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

- обоснование и исследование влияния низкотемпературной обработки на количественное накопление редуцирующих сахаров в крахмалсодержащем сырье;
- определение зависимости количества амилозы и амилопектина от длительности выдержки вторичных продуктов переработки картофеля при различных температурах.

Известно, что крахмал – это полисахарид, состоящий из амилозы и амилопектина, мономером которых является α -глюкоза, имеет формулу $(C_6H_{10}O_5)_n$. При взаимодействии крахмала с йодом образуются окрашенные (светопоглощающие) соединения: амилоза приобретает синюю окраску, а амилопектин – сине-фиолетовую. Содержания амилозы и амилопектина пропорциональны интенсивностям соответствующих полос поглощения.

Связь между интенсивностями падающего светового потока I_0 и светового потока, прошедшего через слой окрашенного вещества I_x , устанавливается законом Бугера-Ламберта, согласно которому однородные слои одного и того же вещества с одинаковой толщиной x поглощают одну и ту же долю падающей на них световой энергии. Если поглощающая среда является раствором, то интенсивность прошедшего излучения пропорциональна концентрации и коэффициенту поглощения растворенных молекул, находящихся в единице объема раствора [6, 7].

Из вышеизложенного следует, что оптическая плотность пропорциональна концентрации молекул в растворе:

$$D = \ln \left(\frac{I_0}{I} \right) \cdot \mu \cdot c \cdot x, \quad (1)$$

Выражение (1) позволяет экспериментально определить содержание полисахаридов в картофельном соке прямым спектрофотометрическим методом в видимом диапазоне длины волн.

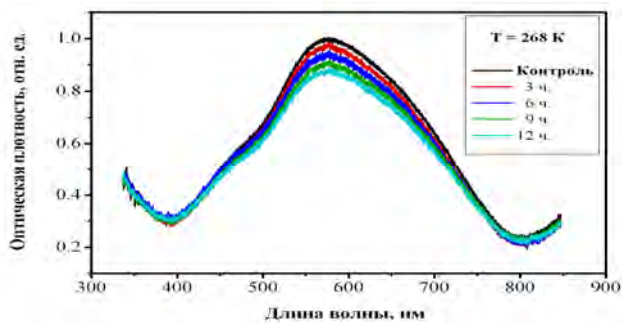


Рис. 1. Спектральные зависимости оптической плотности образцов: контрольного и выдержанных при температуре $T = 268\text{ K}$ в течение 3, 6, 9 и 12 часов

Для образования окрашенного соединения использовали реакцию крахмала с йодом. Образцы продуктов реакции (крахмала с йодом) изготавливали для измерений в виде плоскопараллельного слоя водной суспензии толщиной 0.1 mm, расположенного между окнами из кварца.

В случае суспензий, когда в бесцветном растворе (дисперсионная среда) находится твердое окрашенное вещество, распределенное в виде мельчайших частичек во взвешенном состоянии (дисперсная фаза), необходимо учитывать изменение интенсивности прошедшего излучения за счет его рассеяния частицами дисперсной фазы, а также прохождения излучения без взаимодействия с ними.

Регистрацию спектров пропускания проводили при комнатной температуре $T_{\text{комн}} = 293\text{ K}$ с помощью спектрометра PGS-2 (Carl Zeiss).

На рис. 1 приведены спектральные зависимости оптической плотности образцов: контрольного и выдержанного при температуре $T = 268\text{ K}$ в течение 3, 6, 9 и 12 часов.

На рис. 1 видно, что в диапазоне длины волн от 340 до 850 nm спектральные зависимости оптической плотности $D(\lambda)$ образцов состоят из полос поглощения с максимумами вблизи 450, 580 и 680 nm и полос поглощения при длине волн менее 400 и более 800 nm. С увеличением длительности выдержки образца при температуре 268 K спектральная зависимость оптической плотности при пропускании понижается, что соответствует уменьшению количества амилозы и амилопектина в образцах картофельного крахмала.

Если принять, что поглощение и рассеяние излучения частицами дисперсной фазы являются независимыми процессами, то с учетом поглощения дисперсионной среды измеренная спектральная зависимость оптической плотности такой системы $D_{\text{и}}(\lambda)$, рассчитанная по выражению (1), будет равна сумме спектральной зависимости оптической плотности, обусловленной светорассеянием ($D_{\text{р}}(\lambda)$), и спектральной зависимости оптической плотности, обусловленной поглощением ($D_{\text{г}}(\lambda)$):

$$D_{\text{и}}(\lambda) = D_{\text{г}}(\lambda) + D_{\text{р}}(\lambda), \quad (2)$$

Тогда, в соответствии с выражением (2), для нахождения спектральной зависимости оптической плотности, связанной с поглощением дисперсного слоя суспензии, необходимо из измеренной спектральной зависимости оптической плотности вычесть спектральную зависимость оптической плотности, связанной с рассеянием.

Классическая теория светорассеяния для частиц сферической формы была разработана английским физиком Рэлеем. В дисперсной системе в качестве неоднородности выступает частица дисперсной фазы, электроны которой под влиянием электромагнитного поля волны падающего света начинают

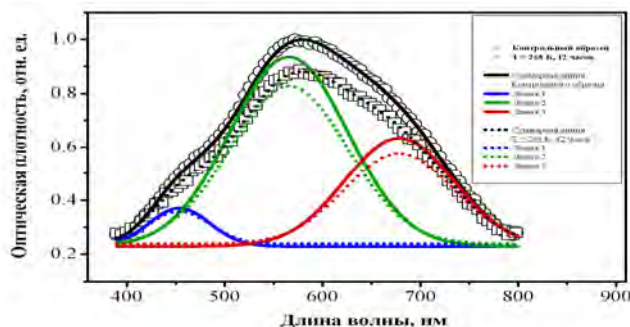


Рис. 2. Разложение спектральной зависимости оптической плотности $D(\lambda)$ контрольного образца и выдержанного при температуре $T = 268\text{ K}$ в течение 12 часов

совершать вынужденные колебания, в результате чего происходит рассеяние света во всех направлениях.

Если частица мала по сравнению с длиной световой волны, то совокупность колебаний в ней может быть заменена колебанием одного электрического диполя. Наведенный диполь излучает колебания с частотой, равной частоте волны падающего света. Частоты падающего и рассеянного света совпадают, при этом интенсивность рассеянного излучения обратно пропорциональна частоте колебаний в четвертой степени.

Таблица 1

Параметры линий разложения спектров контрольного образца

Параметр	Линия 1	Линия 2	Линия 3
y_0	0.22856		
x_c	453.9748	565.62078	678.33333
w	62.11596	120.43943	111.07838
A	11.04372	106.58256	56.32813

Когда дисперсная система содержит частицы, размер которых больше, чем 0.1λ , то помимо увеличения интенсивности рассеяния в направлении падающего света и уменьшения ее в обратном направлении проявляются отклонения от закона Рэлея. Эти отклонения обусловлены другой зависимостью рассеяния света от длины волны и поляризационными явлениями. Отклонения от закона Рэлея наблюдаются и в случае частиц несферической формы.

С увеличением размеров частиц интенсивность рассеяния становится обратно пропорциональной длине волны в степени, меньшей, чем четвертая и на практике используют эмпирические зависимости. Например, Геллер предложил выразить оптическую плотность на длине волны λ формулой:

$$D = \alpha \cdot \lambda^{-n}, \quad (3)$$

где α – константа, не зависящая от длины волны; n – показатель степени, зависящий параметрическим образом от соотношения между размером рассеивающей частицы и длиной волны падающего света.

Разложение спектральных зависимостей оптической плотности $D(\lambda)$ выполняли при помощи линий гауссовой формы с аппроксимирующей функцией в виде:

$$y = y_0 + \frac{A}{w \cdot \sqrt{\pi}/2} \exp\left(-2 \cdot \frac{(x - x_c)^2}{w^2}\right), \quad (4)$$

где y_0 – уровень фона, A – площадь под кривой, w – ширина кривой на половине ее высоты, x_c – x -координата положения максимума кривой.

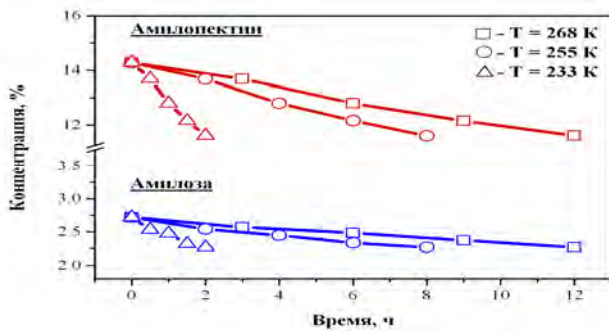


Рис. 3. Содержание амилазы и амилапектина в картофельном крахмале в зависимости от длительности выдержки картофеля при температурах 268, 255 и 233 К

Тогда суммарная кривая S линий спектрального разложения будет иметь вид:

$$y = \sum_{i=1}^N \left(y_{0i} + \frac{A_i}{w_i \cdot \sqrt{\pi/2}} \exp\left(-2 \cdot \frac{(x - x_{c_i})^2}{w_i^2}\right) \right) \quad (5)$$

Спектральний аналіз проводили в області максимальної чутливості спектрального приладу в діапазоні довжини волн від 390 до 800 нм, де вимірювання являються найбільш достовірними.

Пример разложения спектральной зависимости оптической плотности $D(\lambda)$ контрольного образца, выдержанного при температуре $T = 268$ К в течение 12 часов, приведен на рис. 2.

Сплошными показаны линии разложения спектральной зависимости оптической плотности контрольного образца. Пунктирными показаны линии разложения спектральной зависимости оптической плотности образца, выдержанного при температуре $T = 268$ К в течение 12 часов.

На рис. 2 видно, что в диапазоне длины волн от 390 до 800 нм спектральные зависимости оптических плотностей

$D(\lambda)$ образцов разлагаются на линиях 1, 2 и 3. Параметры линий разложения спектров контрольного образца приведены в табл. 1.

Линия 2 (максимум при 565.62078 нм в табл. 1) на рис. 2 отнесена к полосе поглощения комплексов амилапектина, а линия 3 (максимум при 678.33333 нм в табл. 1) – к полосе поглощения комплексов амилазы. Поскольку количества амилазы и амилапектина пропорциональны интенсивностям соответствующих линий, то становится возможным экспериментальное определение содержания амилазы и амилапектина в картофельном крахмале в зависимости от длительности выдержки картофеля при данной температуре.

Изменение содержания амилазы и амилапектина в зависимости от длительности выдержки вторичных продуктов переработки картофеля при температурах 268, 255 и 233 К приведены на рис. 3.

В результате анализа спектров пропускания суспензий продуктов реакции картофельного крахмала с йодом выявлены экспериментальные зависимости количества амилазы и амилапектина в зависимости от длительности выдержки картофеля при температурах 268, 255 и 233 К.

Из полученных данных видно, что чем ниже температура низкотемпературной обработки, тем интенсивнее проходит процесс распада крахмальных полисахаридов с образованием глюкозы, фруктозы, сахарозы, мальтозы и низкомолекулярных декстринов, которые в конечном итоге выступают субстанцией для активизации дрожжевых клеток на стадии активации дрожжей при производстве дрожжевого теста. Более того, проведенными ранее исследованиями было доказано, что предварительная активация дрожжей позволяет значительно сократить процесс образования и расстойки дрожжевого теста за счет введения в дрожжевую суспензию мальтозы в составе исследуемой добавки.

Поступила 03.2012

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Власюк, П.А. Химический состав картофеля и пути улучшения его качества [Текст] / П.А. Власюк – К.: Наукова думка, 1979. – 195 с.
2. Методы биохимического исследования растений [Текст] / под ред. А.И. Ермакова. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.

УДК 664.64.016.3

* ПИВОВАРОВ О.А., д-р техн. наук, профессор, ** МИКОЛЕНКО С.Ю., аспірант, * ТИЩЕНКО Г.П., к-т техн. наук, доцент
* ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»
** Дніпропетровський державний аграрний університет

МІКРОСТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ ТІСТА НА ОСНОВІ РОЗЧИНІВ, ПІДДАНИХ ДІЇ КОНТАКТНОЇ НЕРІВНОВАЖНОЇ ПЛАЗМИ

Характеристики внутрішньої структури харчових продуктів, зокрема хлібобулочних виробів, визначають їх фізичні, реологічні та органолептичні властивості. В даній роботі наведено результати дослідження мікроструктури пшеничного тіста, приготованого з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів. За допомогою електронної скануючої мікроскопії встановлено, що такі розчини позитивно впливають на формування білкової матриці тіста та сприяють набухання крохмальних зерен борошна.

Ключові слова: мікроструктура, пшеничне тісто, електронний скануючий мікроскоп, плазмохімічно активовані водні розчини.

Characteristics of the structure of foods, as bakery products, determine their physical, rheological and organoleptic properties. The research results of the microstructure of wheat dough on bases of plasma-chemically activated solutions are given in the article. Scanning electron microscope was applied to study the microstructure of dough. Photomicrographs showed positively influence of plasma-chemically activated solutions to formation of the dough protein matrix and swelling starch granules flour.

Keywords: microstructure, wheat dough, scanning electron microscope, plasma chemically activated solutions.

Біополімери борошна зазнають значних структурно-конформаційних змін під час приготування

тіста, що супроводжуються набуханням, пептизацією, ферментативним розщепленням складових. У разі використання для замішування тіста пшеничного борошна особлива роль належить формуванню білкової матриці. В роботах [1, 2] розглянуто моделі утворення тіста. Згідно одній, структура тіста обумовлена появою неперервної сітки з ковалентними дисульфідними зв'язками між окремими білковими молекулами внаслідок сульфгідрильно-дисульфідного обміну. Інший механізм формування структури білка пов'язують з виникненням додаткових нековалентних зв'язків – водневих та гідрофобних. Окрім білка, основним складовим компонентом борошна є крохмаль. Він виступає в тісті субстратом дії для амілолітичних ферментів та забезпечує життєдіяльність дріжджів. Під час замішування тіста крохмаль поглинає воду і в поєднанні з білками клейковини обумовлює оптимальні в'язко-пружні властивості тіста. Відліковою