

КИНЕТИКА ПОТЕРИ ВЛАГИ ПРИ ЖАРКЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ МУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Гайсин И.А., Саранулова Ю.В.

Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО Казанский (Приволжский) федеральный университет,

423812, г. Набережные Челны, пр. Суюмбике, д.10а.

e-mail: irmaris@yandex.ru

поступила в редакцию 28 января 2014 года

Аннотация

Сложность процесса жарки затрудняет создание численных моделей, описывающих потери влаги. Эмпирические модели могут обеспечить подходящую и более простую альтернативу. В этой работе рассмотрены две области обжариваемого продукта (в центре и на поверхности продукта) с граничными условиями и временной зависимостью, которые могли быть успешно применены для создания численной модели. Представленная модель показывает, что содержание влаги в обжаренном продукте зависит от диффузии воды.

Ключевые слова: *фритюр, жарка, влажность, тесто, температура.*

Введение. Фритюрная жарка широко используется в пищевой промышленности. Среди многочисленных жареных продуктов мучные национальные изделия «Чак-Чак» – самые важные с точки зрения доли рынка в Республике Татарстан, особенно при переходе на промышленные объемы производства. Процессы при жарке картофеля фри, чипсов, куриных наггетсов хорошо изучены. Влагосодержание и поглощение масла существенно влияют на качество продукта и экономическую составляющую фритюрной жарки «Чак-Чак».

Основная часть. Жарка рассматривается как процесс сушки при высокой температуре в жидкой среде. Тестовые заготовки в виде брусочков погружены в фритюрное масло. Под действием высокой температуры масла происходят изменения температуры и влагосодержания исходного теста от начальных значений этих величин до значений, характеризующих состояние готовности. В процессе жарки происходит поглощение жира, изменение структуры и плотности тканей, образование корочки. Распространение тепла и повышение температуры имеет два резко выраженных периода: в первый – температура повышается от поверхности к центру, во второй – некоторое время температура остается постоянной и при достижении влагосодержания 200-300% начинает постепенно повышаться, приближаясь к температуре масла. Продолжительность первого периода зависит от вида, формы и размера образца, температуры жира, интенсивности теплообмена и, в какой-то мере, от начального влагосодержания продукта. Длительность второго периода диктуется величиной конечного влагосодержания продукта [1]. Во втором периоде – постоянная во времени температура соответствует температуре кипения раствора в капиллярах продукта, установившейся в результате совокупности действия нескольких факторов (избыточное давление внутри продукта, снижение температуры кипения жидкостей внутри капилляра по сравнению с температурой кипения в открытом сосуде при том же давлении, повышение температуры кипения раствора) [2]. Приведенные исследования позволяют сделать вывод, что во втором периоде температура продукта остаётся постоянной во времени и соответствует температуре насыщения раствора в его капиллярах. Эта температура намного меньше, чем температура жира, в котором продукт обжаривается. На рисунке 1 изображено изменение температуры в продукте «Чак-Чак» на поверхности и центре во время обжарки, которое подтверждает сделанный вывод.

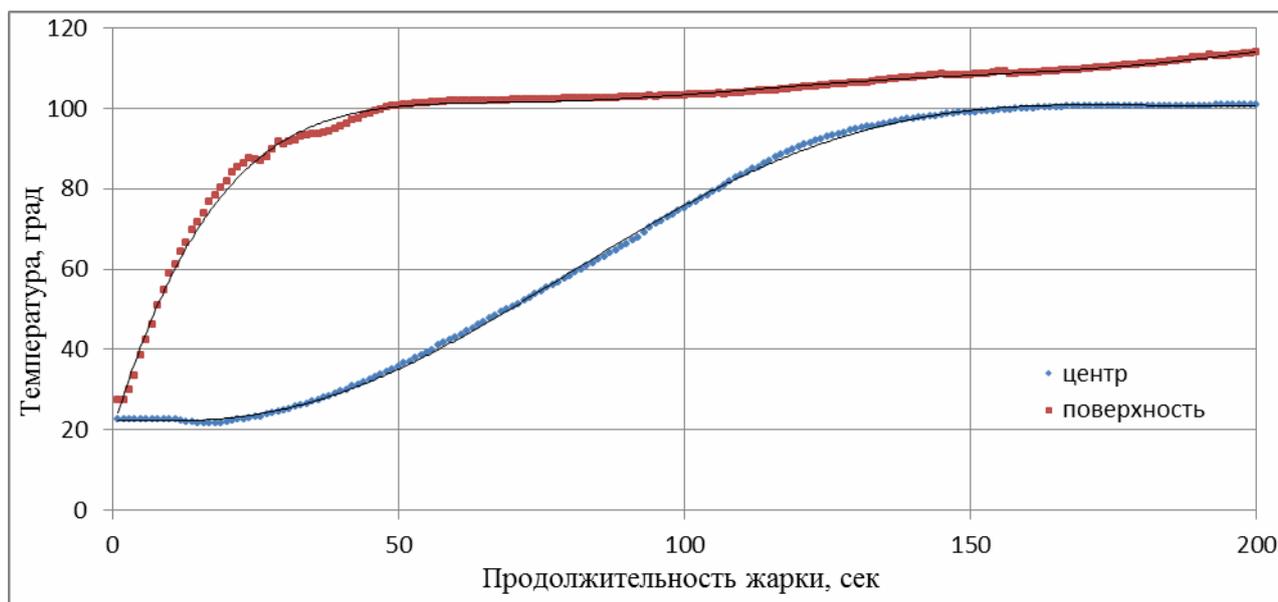


Рисунок 1. – Диаграмма изменения температуры тестовых заготовок от времени их жарки.

Как видно из диаграммы, изображенной на рисунке 1, по окончании первого периода формируется поверхность продукта (корка), а в центре продукта устанавливается постоянная температура 103 °С.

Поглощение жира в пористую структуру продукта начинается, когда часть влаги выпарена из продукта, и прекращается в момент достижения продуктом влагосодержания 200-300%, при котором происходит повышение температуры поверхности до значения, близкого к температуре фритюрного масла. Таким образом, определение потерь влаги является самым важным, чтобы смоделировать процесс и управлять им.

Модели, описываемые в литературе, часто предполагают, что процесс может быть описан теорией перемещения массы. Другие авторы предполагают, что теплопередача доминирует в данном процессе. Теплопередача и перемещение массы, как ожидается, будут играть важные роли в изменении структуры и физических свойств тестовых заготовок во время жарки.

Чтобы избежать сложных моделей, в исследовании диффузии воды и раствора во время осмотического обезвоживания использовались модели, разделенные на отдельные области [3]. Визуальное наблюдение за жаркой показывает, что скорость потери влаги очень низкая в начале жарки и затем резко увеличивается до максимума, после которого водные потери со временем уменьшаются по экспоненте. Кроме того, потери влаги не однородны по всему объему продукта: сначала это происходит на поверхности продукта, при дальнейшем нагревании потеря влаги постепенно развивается к центру продукта. Структурные и цветные изменения также сначала происходят на поверхности продукта. Это предполагает существование двух областей с граничными условиями и временной зависимостью, которое может быть связано с формированием корки или нагревающимся до 103 °С центром продукта.

Процесс жарки происходит быстрее на поверхности тестовых заготовок, чем в центре продукта. Из-за геометрических форм на поверхности теплопередача и перемещение вещества происходят радиально и в осевом направлении, тогда как в центре продукта радиальная передача маловажна. Проведенные анализы поглощения масла в продукты доказывают, что проникновение масла происходит быстрее на поверхности, чем в центре продукта, как показано на рисунке 2 [4].

Математическая модель для данного процесса с разделенными областями была предложена для картофеля, обжаренного во фритюре [5]:

$$\frac{m}{m_0} = \alpha[e^{-K_c t}(1 + K_c t)] + (1 - \alpha)[e^{-K_e t}(1 + K_e t)], \quad (1)$$

где m и m_0 – соответственно влагосодержание в момент времени t (гр); α – доля влаги содержащейся в центре сырого продукта; K_c и K_e – соответственно константы скорости массосодержания в центре и на поверхности продукта. Проведенные авторами исследования подтвердили высокую степень сходимости экспериментальных и расчетных данных.

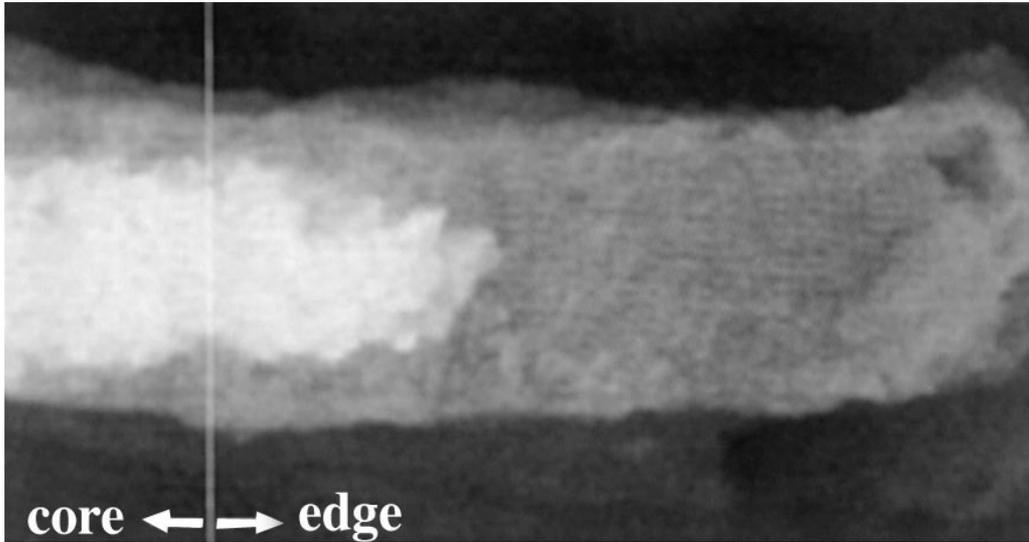


Рисунок 2. – Микрофотография (50х) продольного сечения кусочка картофеля, обжаренного в масле при 140°C в течение 45 с. Центр (core) и поверхность (edge). Более темная область, зона проникновения масла.

Поэтому потерю влаги необходимо смоделировать в двух областях – в центре и на поверхности продукта.

Заключение. По мнению авторов данная модель с разделенными областями может использоваться для оценки и описания потери влаги во время фритюрной жарки «Чак-Чак» и оценивать эффект условий процесса на параметры модели. Экспериментальное подтверждение рассмотренной модели и высокая степень сходимости результатов позволит в дальнейшем управлять процессом жарки и получать на выходе высококачественный продукт.

Благодарность. Выражаем искреннюю благодарность научному руководителю – доктору технических наук, профессору кафедры Высокоэнергетических процессов и агрегатов НЧИ КФУ, Исрафилову Иреку Хуснемардановичу.

Список литературы

- 1) Иносэ Х., Хамада Т. Управление дорожным движением. М: «Транспорт». 1984. 284 с.
- 2) Черкашин Н.Г. Разработка, обоснование процесса и жарочной машины непрерывного действия для жарки кулинарной продукции в нейтральной газовой среде. Дисс. канд. техн. наук. Харьков. 1984. 232 с.
- 3) Савина Н.Я. Исследование процессов высокотемпературной обработки некоторых пищевых продуктов в масле. Дисс. канд. техн. наук. Одесса. 1965. 282 с.
- 4) Raoult-Wack A.L., Petitdemange F., Giroux F., Rios G., Guilbert S., Lebert, A. Simultaneous water and solute transport in shrinking media – Part 2. A compartmental model for the control of dewatering and impregnation soaking processes // *Drying Technology*. 1991. V.9. P.613-630.
- 5) Gamble M.H., Rice P. Effect of pre-fry drying of oil uptake and distribution in potato crisp manufacture // *International Journal of Food Science and Technology*. 1987. V.22. P.535-548.
- 6) Costa R.M., Oliveira F.A.R. Modeling the kinetics of water loss during potato frying with a compartmental dynamic model // *Journal of Food Engineering*. 1999. V.41. P.177-185.