

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ СУШКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БАТОНЧИКОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ



А. А. Дубс, магистрантка, e.mail: alice_fox_1995@mail.ru
А. В. Чернова, канд. техн. наук, e.mail: anastasia.chernova@klgtu.ru
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

Рассмотрена задача сокращения продолжительности тепловой обработки путем подбора технологических параметров и вводных данных продукта. Исследовано влияние толщины продукта и его начальной влажности на общее время сушки. Представлены результаты испытаний в виде кривых сушки и кривых скорости сушки.

яблоки, сушка, батончик, влажность, толщина слоя

На производстве различных продуктов очень важно экономить время, все операции должны иметь оптимальную продолжительность. При производстве продуктов питания одной из важных технологических операций является термическая обработка. При этом необходимо установить точные временные границы: довести продукт до готовности и не передержать в камере, иначе изделие будет испорчено, если не додержать, то продукт быстро испортится в процессе хранения.

Объект исследований - фруктовые батончики функционального назначения [1]. При производстве опытной партии столкнулись с проблемой: при большой длительности тепловой обработки яблочная масса высыхает до слишком твердого состояния, при котором её невозможно употребить, а при недостаточной – центр остаётся влажным, и в скором времени там начинаются процессы порчи.

Цель исследования – установить оптимальные параметры сушки фруктовой массы при производстве батончиков функционального назначения.

На начальном этапе исследований задачей стало выявление зависимости времени сушки от начальной влажности фруктовой массы и от толщины слоя. Также рассмотрена возможность смежного эксперимента: выявление изменений по массе одного фруктового батончика в зависимости от вводных параметров во время обезвоживания.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Эксперимент был проведён в лабораториях кафедры технологии продуктов питания КГТУ. Для выполнения задачи приготовили два вида опытных образцов яблочного пюре с функциональным ингредиентом из порошка икры рачка *Artemia sp.* (источником йода) [2]. Первая партия была предварительно просушена при температуре 80°C в течение одного часа с целью снижения начальной влажности, вторая не подверглась такой манипуляции. Далее фруктовую массу формировали в батончики толщиной 1 и 2 см. Ниже приведена схема расположения образцов (рис. 1). Как видно из рисунка, исследованию подверглись восемь образцов. На левой стороне батончики, предназначенные для контрольного взвешивания: верхний ряд по 2 см толщиной, нижний – по 1 см. Справа все образцы продублированы для забора проб на влажность. Все красные блоки на рисунке — это батончики, изготовленные из предварительно просушенного в течение 1 ч при температуре 80°C пюре, зелёные – из непросушенного пюре. Для соблюдения методологии измерений экземпляры правой половины были продублированы на другом противне, чтобы масса проб соответствовала нормативам [3].

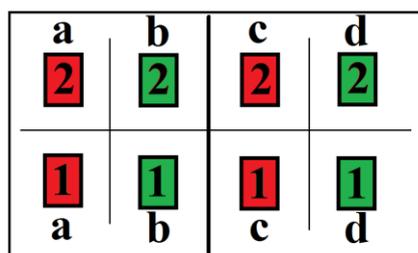


Рисунок 1 – Расположение экспериментальных батончиков на противне:

2a, 2c – предварительно проварен 1 ч, 2 см толщина; 1a, 1c – предварительно проварен 1 ч, толщина 1 см; 2b, 2d – предварительно не проварен, толщина 2 см; 1b, 1d – предварительно не проварен, толщина 1 см

До начала сушки была зафиксирована нулевая точка: взвешены четыре левых батончика (2a, 1a, 2b, 1b), с остальных (2c, 1c, 2d, 1d) отобраны пробы для определения влажности. Далее каждые полчаса процедуры взвешивания и отбора проб повторялись. Эксперимент закончился тогда, когда массы левой четвёрки перестали отличаться друг от друга в последующих взвешиваниях более, чем на 0,001 кг. Данные, полученные после анализа проб, использовались для построения кривых сушки и кривых скорости сушки.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ниже представлены графики кривых сушки, её скорости и изменения масс для четырёх батончиков разной толщины и начальной влажности (рис. 2, 3, 4) [4].

Для анализа процесса сушки построили кривые скорости (рис. 3), показывающие зависимость между скоростью сушки и влажностью. Кривую скорости получают из кривой сушки путём графического дифференцирования. Кривую сушки разделили на три равных отрезка. К каждой отмеченной точке на кривой проводили касательные, строили произвольный треугольник, у которого гипотенузой является касательная, а катетами – отрезки, параллельные осям координат. Тангенс угла наклона касательной показывает скорость сушки в каждой точке. Чтобы перевести результат в размерность г/(м²*ч), тангенс умножают на специальный коэффициент К [4].

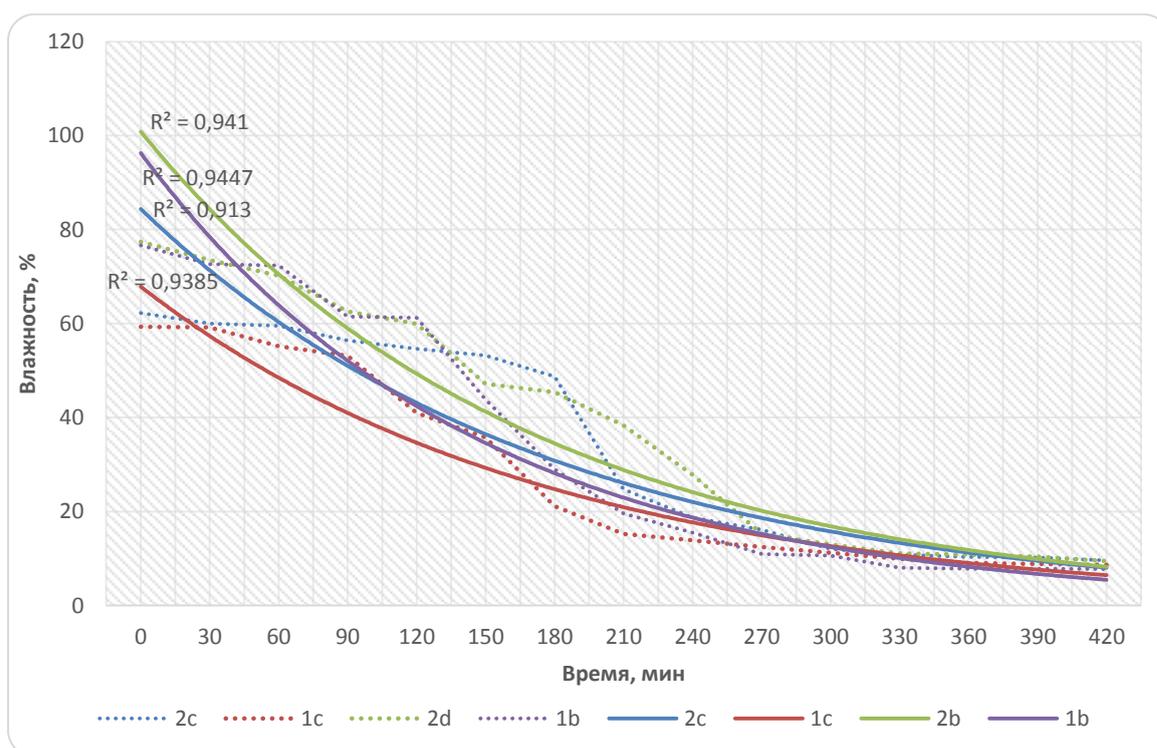


Рисунок 2– Кривые сушки

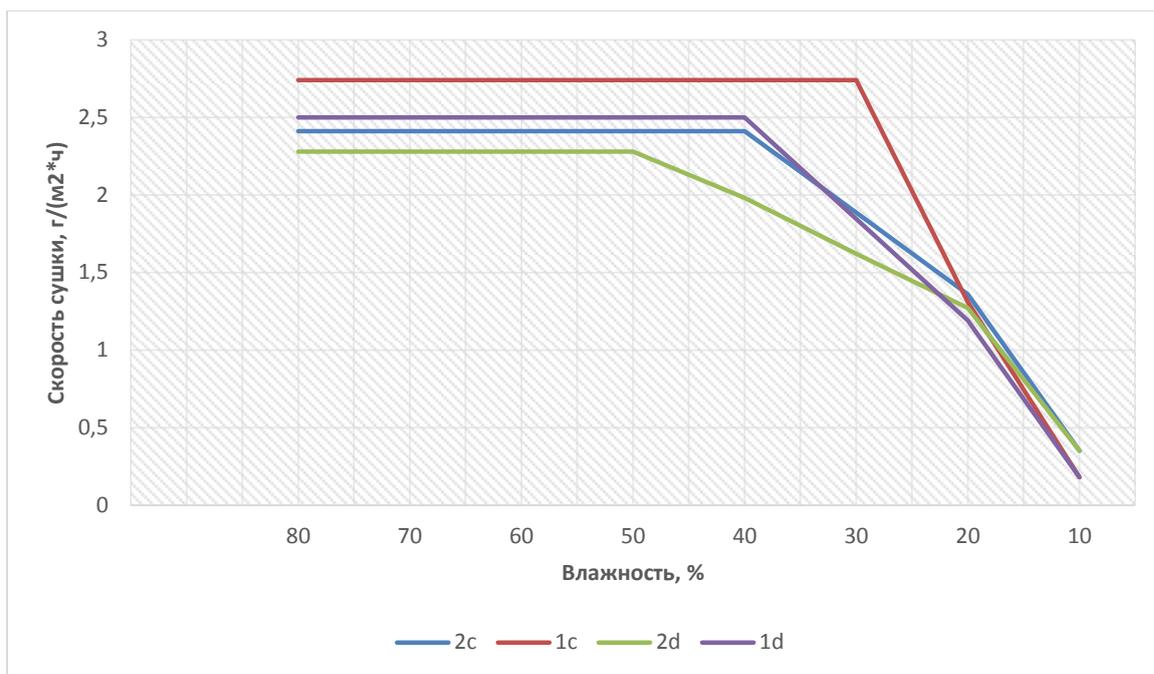


Рисунок 3 – Кривые скорости сушки

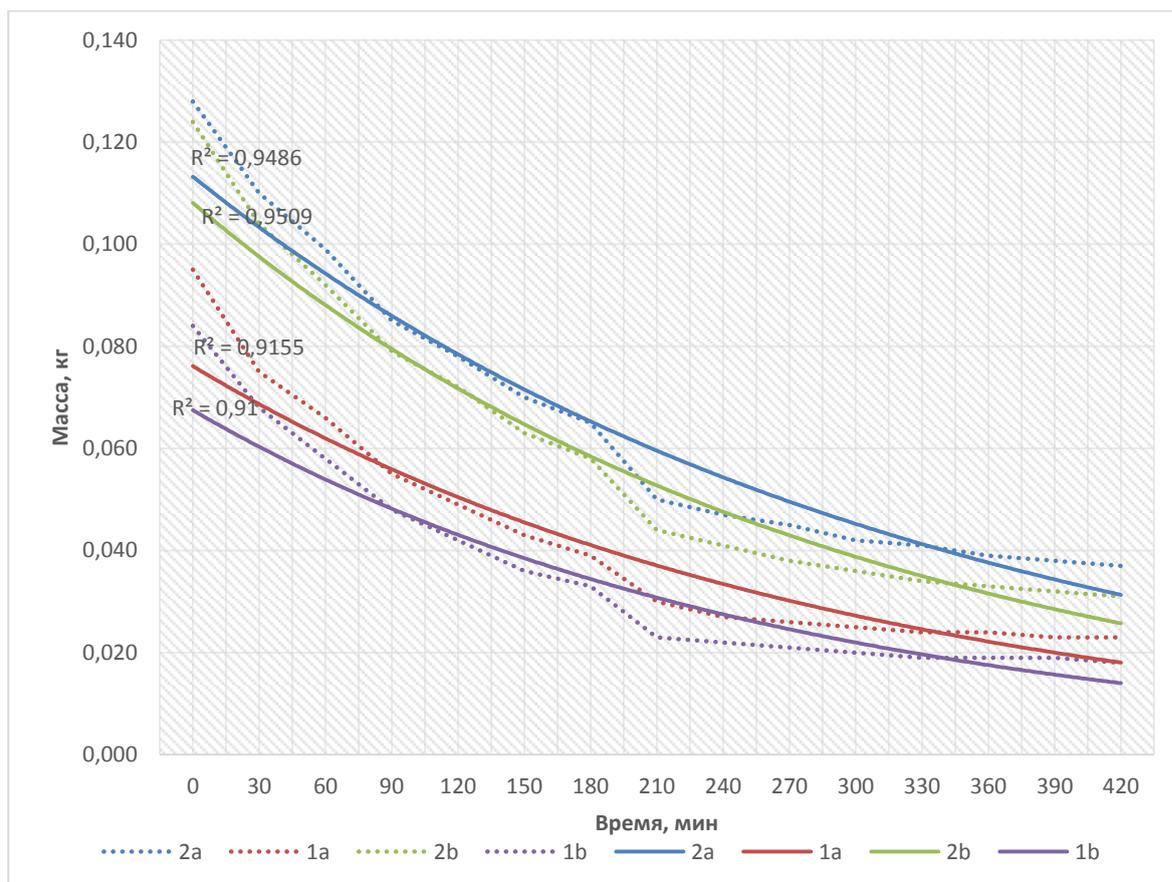


Рисунок 4 – Кривые изменения масс

Была проведена экспериментальная сушка фруктовых батончиков из яблочного пюре в течение 7 ч при температуре 80°C и атмосферном давлении. Все четыре графика (рис. 3) сушки показывают, что первоначально скорость была постоянной. Начиная с влажностей 30–50% для разных образцов, скорость сушки линейно уменьшалась до значений 18–22%. При дальнейшем изменении доли влаги в батончиках скорость значительно падает. Данные

графики имеют по две переходные точки, которые называются критическими. Первая (30-50%) точка характеризует конец постоянной скорости и начало падающей. Между первой и второй точками скорость сушки уменьшается по прямой линии. Вторая критическая точка характеризует конец зоны внешней диффузии и начало зоны внутренней. Точка пересечения кривой скорости с линией абсцисс соответствует скорости сушки, равной 0.

В результате анализа полученных графиков и всех снятых показаний были выбраны оптимальные параметры сушки: предварительная просушка в течение 1 ч при температуре 80°C; толщина слоя – 1 см; время сушки – 420 мин (7 ч) при атмосферном давлении. Вкус, цвет и плотность готового батончика соответствовали требуемым стандартам, и именно такое его состояние обеспечивало планируемый срок хранения (30 сут с возможностью его увеличения за счёт комбинаций технологических операций).

ВЫВОДЫ

Итак, на данном этапе исследования обоснован выбор вводных данных для сушки, позволяющих достичь нужных параметров готового продукта при наименьших затратах времени. Для нового пищевого продукта (фруктового яблочного батончика, обогащённого йодом) выявлена оптимальная технология сушки: в течение 1 ч при температуре 80°C; толщина слоя – 1 см; время сушки – 420 мин (7 ч) при атмосферном давлении. Получены кривые сушки и скорости сушки, использование которых поможет спрогнозировать время, которое надо заложить на достижение необходимых показателей влажности. Такие данные дают понимание динамики процесса обезвоживания фруктовой массы в зависимости от вводных параметров – толщины и начальной влажности. Что, в свою очередь, облегчает задачу постановки производства в условиях большого цеха. Стоит отметить, что интенсивность процессов зависит от оборудования, т.е. при проведении испытаний в условиях промышленных машин, можно добиться улучшения показателей скорости сушки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 52349—2005 «Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения».
2. Дубс, А. А. Обоснование проектирования обогащённого йодом пищевого продукта из растительного сырья / А. А. Дубс // Вестник молодёжной науки: электронный научный журнал. – 2018. – № 3 [Электронный ресурс]. – URL: <http://vestnikmolnauki.ru/wp-content/uploads/2018/10/Dubs-315.pdf> (дата обращения: 20.11.2018).
3. ГОСТ 28561-90 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги.
4. Кизеветтер, И. В. Технология обработки водного сырья / И. В. Кизеветтер. – Владивосток: Дальиздат, 1981. – 744 с.

RESEARCH OF DRYING KINETICS OF FUNCTIONAL PLANT-BASED BARS

A. A. Dubs, student, e.mail: alice_fox_1995@mail.ru

A. V. Chernova, Candidate of technical Science, Kaliningrad State Technical University e.mail: anastasia.chernova@klgtu.ru

The task of reducing the duration of heat treatment by selecting product technological parameters and input data is considered. The influence of the product thickness and its initial moisture on the total drying time was studied. The results of the tests are presented in the form of drying curves and drying speed curves.

apples, drying, bar, moisture, layer thicken