

<https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-136-142>
УДК 664.65

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАРОКОНВЕКТОМАТА ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Ю. В. Маркова^{id}, А. С. Марков*^{id}, А. С. Романов^{id}

Дата поступления в редакцию: 12.03.2018
Дата принятия в печать: 21.05.2018

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»,
650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6

*e-mail: asm041@yandex.ru



© Ю. В. Маркова, А. С. Марков, А. С. Романов, 2018

Аннотация. В статье представлены результаты исследований особенностей расстойки и выпечки хлебобулочных изделий с использованием пароконвектомата для непрерывного процесса расстойки и выпечки. Целью работы была разработка рекомендаций для установления параметров приготовления хлебобулочных изделий в пароконвектомате при непрерывном процессе расстойки тестовых заготовок и выпечки. Для контрольной выпечки использовали боксовый шкаф для окончательной расстойки и конвекционную печь. Анализ структурно-механических свойств мякиша на приборе «Структурометр-1» и величину упека проводили общепринятыми методами. Интенсивность и равномерность окраски корки определяли оригинальным методом с использованием планшетного сканера. Автоматическим регистратором фиксировали температуру в пекарной камере и внутри выпекаемой тестовой заготовки. Для определения изменения объема изделия и доли сформированного мякиша в процессе выпечки использовали оригинальный оптический метод. В результате проведения исследований установлена зависимость динамики показателей качества выпекаемых тестовых заготовок от параметров расстойки и выпечки. Показано, что основные отличия наблюдаются в первом периоде выпечки. Обнаруженные закономерности связаны с плавным прогревом пекарной камеры пароконвектомата и высокой относительной влажностью среды в начале выпечки. При использовании пароконвектомата окраска корок отличалась неравномерностью, что, очевидно, связано с конденсацией большого количества влаги на поверхности в начальный период выпечки и, как следствие, разной скоростью прогрева отдельных участков корки. К моменту завершения выпечки по структурно-механическим и физико-химическим показателям опытные и контрольные изделия отличались незначительно. При непрерывном процессе расстойки и выпечки в пароконвектомате установлена необходимость увеличения продолжительности выпечки и повышения влажности теста по сравнению с традиционным способом приготовления.

Ключевые слова. Хлеб, хлебопечение, пароконвектомат

Для цитирования: Маркова, Ю. В. Особенности использования пароконвектомата для выработки хлебобулочных изделий / Ю. В. Маркова, А. С. Марков, А. С. Романов // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 2. С. 136–142. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-136-142>.

PECULIARITIES OF USING STEAM-CONVECTION OVEN FOR PRODUCTION OF BAKERY PRODUCTS

Yu.V. Markova^{id}, A.S. Markov*^{id}, A.S. Romanov^{id}

Received: 12.03.2018,
Accepted: 21.05.2018

Kemerovo State University,
Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia

*e-mail: asm041@yandex.ru



© Yu.V. Markova, A.S. Markov, A.S. Romanov, 2018

Abstract. The article presents the results of research on the peculiarities of proofing and baking bakery products using a steam-convection oven for continuous proofing and baking. The aim of the work was to develop recommendations for setting parameters for production of bakery products in the steam-convection oven at continuous proofing of dough pieces and bakery products. For control samples baking the author used a proofing box for final proofing and a convection oven. The analysis of the structural and mechanical properties of crumb was made using device “Strukturometer-1”, and loss of weight after baking was measured using standard methods. Intensity and color uniformity of crust were determined applying an ingenious method using flatbed scanner. Automatic recorder monitored the temperature in the baking chamber and inside the baked dough pieces. To determine the changes in product volume and proportion of the formed crumb during baking process, an original optical method was used. As a result of the research the author determined that there is a dependence of the dynamics of baked dough pieces quality indicators on proofing and baking parameters. It is shown that the main differences are observed during the first baking period. The detected regularities are associated with smooth heating of the steam-convection oven baking chamber and high relative humidity of the medium at the beginning of baking process. When using a steam-convection oven, the crusts had uneven color which is obviously due to condensation of a large amount of moisture on the surface during the initial baking period and, consequently, different rates of heating of individual parts of the crust. By the moment when baking process was over control samples and developed samples had insufficient differences concerning structural, mechanical and physicochemical parameters. It was determined that in case of continuous proofing and baking in steam-convection oven it is necessary to extend the baking process and increase dough humidity compared to traditional baking method.

Keywords. Bread, bread making, steam-convection oven

For citation: Markova Yu.V., Markov A.S., Romanov A.S. Peculiarities of using steam-convection oven for production of bakery products. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2018, vol. 48, no. 2, pp. 136–142 (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-136-142>.

Введение

Современные технологии позволяют осуществлять процесс выпечки хлебобулочных изделий в местах непосредственной реализации продукции. Несмотря на то, что подавляющая доля выпуска хлебобулочной продукции осуществляется специализированными предприятиями, конечный потребитель часто сталкивается с этой продукцией, произведенной в универсальных условиях предприятий общественного питания. В объеме продаж таких предприятий хлебобулочные изделия занимают незначительную долю и служат главным образом для поддержания определенного статуса. На данных предприятиях наиболее востребовано универсальное оборудование в связи с широким ассортиментом продукции. Одним из примеров является универсальное тепловое оборудование – пароконвектомат, который занял прочное место на кухнях многих ресторанов и кафе. Это оборудование, играя роль привычной конвекционной печи за счет наличия парогенератора, может также выполнять функции камеры для расстойки, которая в большинстве случаев отсутствует на кухне как отдельная единица. Таким образом, наличие только тестомесильной машины и пароконвектомата позволяет создать необходимые условия для выработки хлебобулочных изделий. Однако использование такого теплового оборудования требует корректировки технологии [1, 2]. Несмотря на достаточно подробное рассмотрение и моделирование традиционных способов выпечки хлебобулочных изделий, в том числе в промышленных печах [3–6], не затрагивается изучение особенностей выпечки в пароконвектомате при реализации непрерывного с расстойкой процесса.

Целью работы являлась разработка рекомендаций для установления параметров непрерывного процесса расстойки тестовых заготовок и выпечки хлебобулочных изделий в пароконвектомате.

Объекты и методы исследований

В работе объектами исследования являлись образцы хлебобулочных изделий из пшеничной муки массой 100 г, при выработке которых использовалась различная реализация процесса окончательной расстойки и выпечки. Приготовление теста осуществляли безопарным способом. Выброженное тесто делили на заготовки массой 110 г, формовали вручную, придавали шарообразную форму и подавали на расстойку. Расстойку и выпечку контрольных проб изделий осуществляли в шкафу для расстойки Abat и конвекционной печи Unox XF035-TG соответственно. Для выработки опытных проб использовали пароконвектомат Abat ПК Ф6-1/3П. При этом окончательную расстойку тестовых заготовок проводили непосредственно в пароконвектомате в режиме низкотемпературного

пара. После окончания расстойки, не вынимая тестовые заготовки из рабочей камеры, переводили пароконвектомат в режим конвекции и осуществляли выпечку. В процессе выпечки непрерывно регистрировали температуру в пекарной камере и в центре выпекаемой тестовой заготовки (далее – ВТЗ). Выпечку проводили до готовности при температуре 190 °С без дополнительного увлажнения пекарной камеры. Момент окончания выпечки устанавливали по температуре в центре ВТЗ, внешнему виду изделий и структурно-механическим свойствам мякиша [7, 8]. Продолжительность выпечки в конвекционной печи составила 18 мин, в пароконвектомате – 20 мин.

В процессе выпечки через заданные промежутки времени из пекарной камеры извлекали ВТЗ для определения органолептических, физико-химических и структурно-механических свойств ВТЗ. Определение общей и пластической деформации мякиша проводили на приборе «Структурометр С-1». Для оценки изменения интенсивности окраски корки была разработана методика с применением планшетного сканера и графической обработки полученных изображений. Изменения интенсивности окраски вычисляли как долю от интенсивности окраски полностью выпеченного образца и выражали в процентах. Вычисление объема ВТЗ проводили по оригинальной методике, основанной на математической обработке фотографий изделий [10]. Для фиксирования внутреннего состояния ВТЗ проводили их быстрое замораживание. На фотографиях разрезов замороженных частично выпеченных заготовок выделяли границу между тестом и образовавшимся мякишем и использовали ее для вычисления объема теста по упомянутой методике. Долю мякиша определяли по разности между рассчитанным объемом ВТЗ и объемом теста.

Результаты и их обсуждение

Изменение свойств тестовой заготовки при выпечке и превращение ее в хлеб происходит под воздействием тепла, передаваемого от теплоносителя. В применяемых печах (конвектоматах) основное количество тепла передается ВТЗ путем конвекции. Воздух, нагретый с помощью ТЭНов до заданной температуры, нагнетается в пекарную камеру, отдает тепло поверхности ВТЗ и вновь поступает в калорифер. Прогрев ВТЗ происходит постепенно, от внешних слоев к внутренним. При достижении температуры 100 °С влага превращается в пар. Перемещение влаги из зоны испарения происходит в двух направлениях: к поверхности и во внутренние слои. По мере прогрева внешних слоев и испарения влаги на поверхности ВТЗ образуется сначала обезвоженный слой, а затем корка. Прогрев внутренних слоев приводит к денатурации белков, клейстеризации крахмала и образованию мякиша. Считается, что полное превращение теста в мякиш

происходит при достижении температуры в центре ВТЗ 96–98 °С.

Небольшой объем пекарной камеры и принудительное движение нагретого воздуха обеспечивает быстрое достижение заданной температуры и ее стабильное значение на всем протяжении выпечки.

В ходе эксперимента контролировали температуру в пекарной камере и в центре ВТЗ. Выпечку проводили параллельно в конвекционной печи и пароконвектомате. Расстоявшиеся тестовые заготовки помещали в рабочую камеру конвекционной печи, прогретую до температуры 190 °С. Прогрев рабочей камеры пароконвектомата проводили с находящимися в ней расстоявшимися тестовыми заготовками путем переключения с режима низкотемпературного пара на режим конвекции с установлением температуры 190 °С.

Из приведенных на рис. 1 данных видно, что особенности изменения температуры пекарной камеры оказывали влияние на прогрев ВТЗ. Прогрев камеры пароконвектомата происходил с постоянной скоростью около 38 °С/мин. На увеличение температуры с 35 до 190 °С в камере пароконвектомата потребовалось 4 мин. Дальнейшая выпечка в обоих аппаратах происходила при колебаниях температуры в пределах 180–190 °С. Очевидно, что увеличение общей продолжительности выпечки в пароконвектомате на 2 мин, по сравнению с выпечкой в печи, вызвано относительно низкой температурой в период перехода от режима расстойки к режиму выпечки.

Необходимость нагрева пекарной камеры пароконвектомата в начальный период выпечки приводила к тому, что температура в центре исследуемых проб ВТЗ увеличивалась неодинаково. В пароконвектомате прогрев ВТЗ в первые 6–7 мин с начала выпечки происходил медленнее, чем в конвекционной печи. В последующие 7–10 мин выпечки скорость повышения температуры ВТЗ в пароконвектомате резко возрастала, а в конвекционной печи замедлялась. При этом достижение максимальной температуры 98 °С в центре ВТЗ в обоих аппаратах происходило за одно и то же время – 10 мин. Вероятно, быстрый прогрев ВТЗ в пароконвектомате связан с выделением дополнительного количества теплоты при интенсивной конденсации пара на ее поверхности.

О состоянии внутренней структуры ВТЗ судили по доле образующегося мякиша. Долю мякиша определяли расчетным путем на основании обработки графических изображений разрезов ВТЗ. На рис. 2 видна четкая граница между тестом и образовавшимся мякишем.

Установлено, что условия выпечки оказывали влияние на процесс образования мякиша. Доля мякиша в процессе выпечки планомерно возрастала по мере прогрева ВТЗ. Однако в первые минуты выпечки мякиш формировался существенно быстрее в конвекционной печи (рис. 3).

Так на 2-й минуте выпечки в печи доля мякиша составила 57 %, в пароконвектомате – 20 %. При этом полный переход теста в состояние мякиша

при разных способах выпечки происходил с разницей в 2 мин.

Особенности формирования мякиша, вероятно, влияли и на его структурно-механические свойства. Определение общей и пластической деформации мякиша проводили в образцах с полностью образованным мякишем.

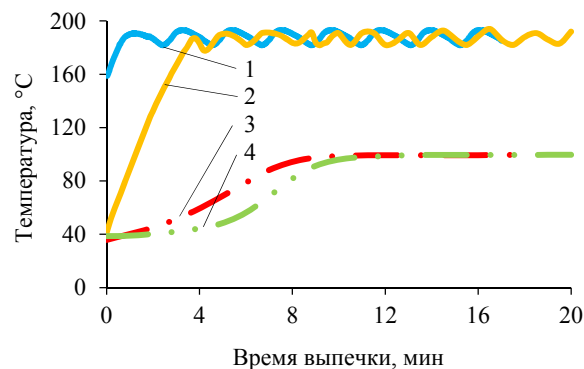


Рисунок 1 – Изменение температуры в процессе выпечки: 1 – в камере конвекционной печи; 2 – в камере пароконвектомата (после включения режима выпечки); 3 – в центре ВТЗ в конвекционной печи; 4 – в центре ВТЗ в пароконвектомате

Figure 1 – Temperature changes during baking: 1 – in the chamber of convection oven; 2 – in the chamber of steam-convection oven (after switching on baking mode); 3 – in the center of the baked dough piece in the convection oven; 4 – in the center of the baked dough piece in the steam-convection oven

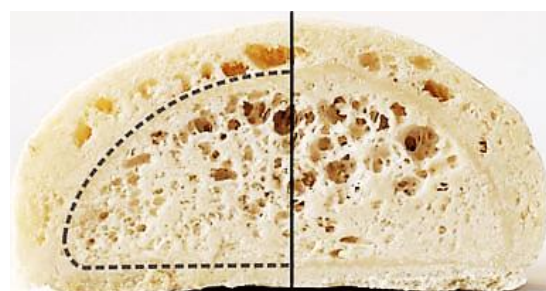


Рисунок 2 – Внутренняя структура ВТЗ с контуром границы тесто – мякиш

Figure 2 – Baked dough piece inner structure with boundary between dough and crumb

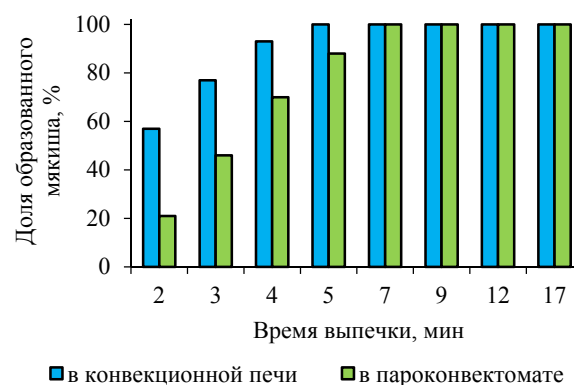


Рисунок 3 – Изменение доли мякиша ВТЗ в процессе выпечки

Figure 3 – Changes in crumb amount in baked dough piece during baking

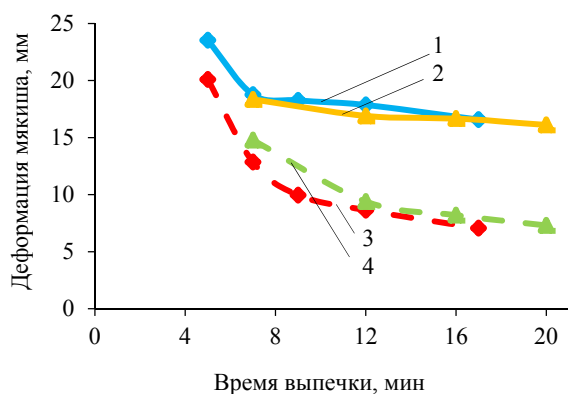


Рисунок 4 – Изменение общей деформации мякиша ВТЗ в процессе выпечки: 1 – в конвекционной печи (общая деформация); 2 – в конвекционной печи (пластическая деформация); 3 – в пароконвектомате (общая деформация); 4 – в пароконвектомате (пластическая деформация)

Figure 4 – Changes in crumb general deformation in baked dough piece during baking: 1 – in convection oven (general deformation); 2 – in convection oven (plastic deformation); 3 – in steam-convection oven (general deformation); 4 – in steam-convection oven (plastic deformation)

При разных условиях выпечки общая деформация всех образцов практически не отличалась и составляла 18,0 мм на 7-й минуте выпечки, уменьшаясь к концу выпечки до 16,1–16,5 мм. Изменение пластической деформации имело аналогичную зависимость, однако наблюдалось более значительное изменение к концу выпечки, так на 7-й минуте она составила 12,8–14,8, в конце выпечки – 7,1–7,3. Установлено, что динамика формирования структурно-механических свойств мякиша практически не зависела от способа выпечки изделий и в целом соответствовала известным закономерностям [7].

Интенсивность окраски корки (рис. 5) в процессе выпечки увеличивалась. Однако характер изменений окраски корки ВТЗ зависел от способа выпечки. Наиболее существенные различия наблюдали в начале выпечки. Так, при выпечке в пароконвектомате в первые 4 мин не наблюдали заметного изменения окраски поверхности ВТЗ. Интенсивность окраски корки ВТЗ активно увеличивается только после 5-й минуты выпечки в пароконвектомате. При общепринятом способе выпечки окраска равномерно формируется, начиная с 3-й минуты выпечки. Такое изменение окраски, очевидно, связано с различной скоростью прогрева поверхности ВТЗ и соответствует известным закономерностям [5].

Следует отметить, что при использовании пароконвектомата окраска корок отличалась неравномерностью (рис. 6).

Для оценки равномерности окраски применяли коэффициент неоднородности, который определяли как отношение дисперсии значений интенсивности окраски 15 различных участков поверхности к максимальному значению диапазона измерения показателя. Таким образом, значение коэффициента,

равное нулю, соответствует абсолютно однородной окраске поверхности; при максимально возможном значении 1 интенсивность окраски различных участков изменяется во всем диапазоне возможных значений.

Коэффициент неоднородности окраски корки изделия, выпеченного при помощи конвекционной печи, составил 0,07, при использовании пароконвектомата – 0,18.

Очевидно, неравномерность окраски корки связана с конденсацией большого количества влаги на поверхности в начальный период выпечки и, как следствие, с разной скоростью прогрева отдельных участков верхней корки.

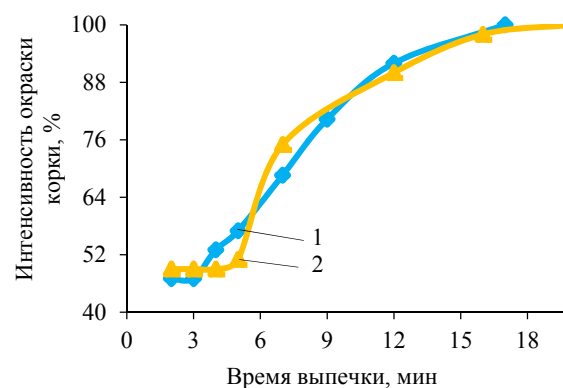


Рисунок 5 – Относительное изменение интенсивности окраски корки ВТЗ в процессе выпечки: 1 – в конвекционной печи; 2 – в пароконвектомате

Figure 5 – Relative changes in crust color intensity of baked dough piece during baking: 1 – in convection oven; 2 – in steam-convection oven



Рисунок 6 – Состояние верхней корки изделий при различном способе выпечки: 1 – в конвекционной печи; 2 – в пароконвектомате

Figure 6 – Condition of upper crust of the baked products at different baking modes: 1 – in convection oven; 2 – in steam-convection oven

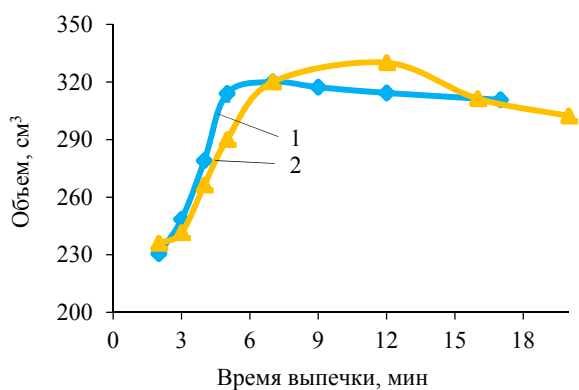


Рисунок 7 – Изменение объема ВТЗ в процессе выпечки: 1 – в конвекционной печи; 2 – в пароконвектомате

Figure 7 – Changes in baked dough piece volume during baking: 1 – in convection oven; 2 – in steam-convection oven

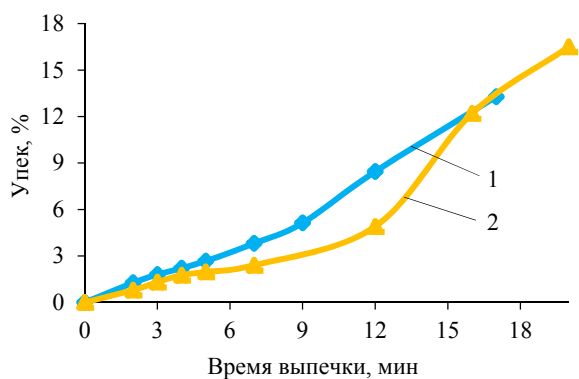


Рисунок 8 – Изменение упека ВТЗ в процессе выпечки: 1 – в конвекционной печи; 2 – в пароконвектомате

Figure 8 – Changes in baked dough piece weight loss during baking: 1 – in convection oven; 2 – in steam-convection oven

Увеличение объема ВТЗ (рис. 7) в первый период выпечки в целом соответствовал известным закономерностям [8, 9].

По мере прогрева пекарной камеры пароконвектомата объем ВТЗ равномерно увеличивался с 3-й по 12-ю мин. При выпечке в конвекционной печи увеличение объема происходило с большей скоростью и остановилось на 6-й минуте выпечки. Более длительное увеличение объема ВТЗ в пароконвектомате, очевидно, также объясняется высокой влажностью среды в начале выпечки. Известно, что в увлажненной пекарной камере поверхность ВТЗ дольше остается эластичной, что способствует увеличению ее объема. Можно отметить, что

интенсивное увеличение объема ВТЗ заканчивается одновременно с формированием мякиша (рис. 3).

Изменение величины упека (рис. 8) также объясняется известными закономерностями [8, 9]. Увеличение упека, обусловленное в основном испарением влаги, в печи происходило равномерно. Конечное значение упека при этом достигало 13 %. В пароконвектомате первые 12 мин выпечки упек изменялся незначительно, что связано, вероятно, с указанным увлажнением поверхности ВТЗ. При дальнейшей выпечке происходило резкое увеличение потери массы ВТЗ. К концу выпечки в пароконвектомате упек составил 16 %, что на 3 % выше, чем в контрольных образцах.

В результате проведения исследований установлено, что способ выпечки влияет на изменение свойств ВТЗ. Обнаруженные изменения обусловлены в основном различиями в процессе прогрева ВТЗ в начальный период выпечки.

К моменту завершения выпечки по структурно-механическим и физико-химическим показателям изделия отличаются незначительно. При этом плавный прогрев среды пекарной камеры при непрерывном процессе расстойки и выпечки с использованием пароконвектомата способствует лучшему сохранению формы изделий и, по всей видимости, уменьшит вероятность образования подрывов, т. к. при этом скорость увеличения объема в первой стадии выпечки не столь высока при сохранении высокой влажности в пекарной камере.

Таким образом, при разработке технологических инструкций или технологических карт для производства конкретных наименований хлебобулочных изделий при непрерывном процессе окончательной расстойки и выпечки следует предусматривать увеличение продолжительности выпечки на величину 50–100 % от времени прогрева пекарной камеры до заданной температуры выпечки. Также при расчете влажности теста необходимо учитывать некоторое увеличение упека в сравнении с традиционным способом выпечки.

Параметры непрерывного процесса окончательной расстойки и последующей выпечки, разработанные на основании полученных данных, обеспечивают возможность использования пароконвектомата для выработки хлебобулочных изделий в условиях неспециализированных производств.

Список литературы


1. Влияние режимов и параметров выпечки в пароконвектомате на качество сдобных булочных изделий / Н. И. Давыденко [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 44, № 1. – С. 11–16.
2. Кирик, И. М. Экспериментальное исследование процесса тепловой обработки тестовых заготовок в пароконвектомате / И. М. Кирик, А. В. Кирик // Труды Таврического государственного агротехнологического университета. – 2012. – Т. 12, № 2. – С. 185–202.
3. Papasidero, D. Bread baking modeling: Coupling heat transfer and weight loss by the introduction of an explicit vaporization term / D. Papasidero, F. Manenti, S. Pierucci // Journal of Food Engineering. – 2015. – Vol. 147. – P. 79–88. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.09.031>.

4. Experiment and multiphysic simulation of dough baking by convection, infrared radiation and direct conduction / V. Nicolas [et al.] // *International Journal of Thermal Sciences*. – 2017. – Vol. 115. – P. 65–78. <https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2017.01.018>.
5. Purlis, E. Modelling the browning of bread during baking / E. Purlis, V. O. Salvadori // *Food Research International*. – 2009. – Vol. 42, iss. 7. – P. 865–870. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.03.007>.
6. Purlis, E. Optimal design of bread baking: Numerical investigation on combined convective and infrared heating / E. Purlis // *Journal of Food Engineering*. – 2014. – Vol. 137. – P. 39–50. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.03.033>.
7. Романов, А. С. Объективные признаки завершения процесса пропекания мякиша хлебобулочных изделий / А. С. Романов, Н. С. Мартыненко, В. Ю. Богер // *Хлебопродукты*. – 2011. – № 8. – С. 52–54.
8. Хлеб и хлебобулочные изделия. Сырье, технологии, ассортимент / А. С. Романов [и др.]. – М. : ДеЛи плюс, 2016. – 635 с.
9. Пономарева, Е. И. Выбор рациональной влажности теста для хлебобулочного изделия на патоке / Е. И. Пономарева, Г. О. Магомедов, Е. В. Зубкова // *Инновационные решения при производстве продуктов питания из растительного сырья : сборник научных статей и докладов II Международной научно-практической конференции*. – Воронеж, 2016. – С. 220–223.
10. Маркова, Ю. В. Разработка оптического метода определения объема хлебобулочных изделий / Ю. В. Маркова, А. С. Марков, А. С. Романов // *Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений : материалы VI Международной научно-технической конференции*. – Воронеж, 2017. – С. 1024–1025.


References

1. Davydenko N.I., Urzhumova A.I., Sheveleva G.I., Grigor'eva R.Z. Vliyanie rezhimov i parametrov vypechki v parokonvektomate na kachestvo sдобnykh bulochnykh izdeliy [Effect of baking modes and options in a steam-convection oven on quality of buns]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2017, vol. 44, no. 1, pp. 11–16.
2. Kirik I.M., Kirik A.V. Eksperimental'noye issledovaniye protsesssa teplovoy obrabotki testovykh zagotovok v parokonvektomate [Experimental research on baked dough pieces thermal treatment in steam-convection oven]. *Trudy Tavricheskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta* [Proceedings of Tavria State Agrotechnological University], 2012, no. 2, pp. 185–202.
3. Papisidero D., Manenti F., Pierucci S. Bread baking modeling: Coupling heat transfer and weight loss by the introduction of an explicit vaporization term. *Journal of Food Engineering*, 2015, vol. 147, pp. 79–88. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.09.031>.
4. Nicolas V., Glouannec P., Ploteau J.-P., Salagnac P., Jury V. Experiment and multiphysic simulation of dough baking by convection, infrared radiation and direct conduction. *International Journal of Thermal Sciences*, 2017, vol. 115, pp. 65–78. <https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2017.01.018>.
5. Purlis E., Salvadori V.O. Modelling the browning of bread during baking. *Food Research International*, 2009, vol. 42, iss. 7, pp. 865–870. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.03.007>.
6. Purlis E. Optimal design of bread baking: Numerical investigation on combined convective and infrared heating. *Journal of Food Engineering*, 2014, vol. 137, pp. 39–50. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.03.033>.
7. Romanov A.S., Martynenko N.S., Boger V.Yu. Ob'yektivnyye priznaki zaversheniya protsesssa propekaniya myakisha khlebobulochnykh izdeliy [Objective signs of baked goods crumb baking process completion]. *Khleboprodukty* [Bread Products], 2011, no. 8, pp. 52–54.
8. Romanov A.S., Il'ina O.A., Kraus S.V., Iunikhina V.S. *Khleb i khlebobulochnyye izdeliya. Syr'ye, tekhnologii, assortiment* [Bread and bakery products. Raw materials, technologies, product range]. Moscow: DeLi plus Publ., 2016. 635 p.
9. Ponomareva E.I., Magomedov G.O., Zubkova E.V. Vybory ratsional'noy vlazhnosti testa dlya khlebobulochnogo izdeliya na patoke [Choice of dough rational humidity for bakery products with molasses]. *Sbornik nauchnykh statey i dokladov II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Innovatsionnyye resheniya pri proizvodstve produktov pitaniya iz rastitel'nogo syr'ya"* [Collection of scientific articles and reports. II International applied research conference "Innovative solutions at food production using plant raw materials"]. Voronezh, 2016, pp. 220–223.
10. Markova Yu.V., Markov A.S., Romanov A.S. Razrabotka opticheskogo metoda opredeleniya ob'yema khlebobulochnykh izdeliy [Development of optical method for bakery products volume determination]. *Materialy VI Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii "Novoye v tekhnologii i tekhnike funktsional'nykh produktov pitaniya na osnove mediko-biologicheskikh vozzreniy"* [Proceedings of the VI International science and technology conference "Innovations in technology and techniques of functional food production based on medical and biological considerations"]. Voronezh, 2017, pp. 1024–1025.

Маркова Юлия Васильевна


аспирант, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: 8-951-574-8240, e-mail: yulia.lazbekina@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-8961-5460>

Yuliya V. Markova

Graduate Student, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: 8-951-574-8240, e-mail: yulia.lazbekina@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-8961-5460>


Марков Александр Сергеевич

канд. техн. наук, доцент кафедры технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: 8-913-298-6914, e-mail: asm041@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3648-7557>


Романов Александр Сергеевич

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: 8-903-907-88-36, e-mail: romanas@list.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3881-0255>


Aleksandr S. Markov

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Technology of Bread, Pastry and Pasta Technology, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: 8-913-298-6914, e-mail: asm041@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3648-7557>

Aleksandr S. Romanov

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Head of the Department of Technology of Bread, Pastry and Pasta Technology, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: 8-903-907-8836, e-mail: romanas@list.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3881-0255>

