

УДК 664.8.037

Влагосвязывающие свойства порошков моркови и свеклы и их влияние на влажность опары для бараночных изделий

А. В. ТИХИЙ¹, канд. техн. наук Н. В. БАРАКОВА¹, Е. А. САМОДЕЛКИН²¹ Университет ИТМО² НИЦ «Курчатовский институт» — ЦНИИ КМ «Прометей»

E-mail: antontikhiy@yandex.ru

Исследована влагосвязывающая способность порошков моркови и свеклы и установлено их влияние на влажность густой опары для бараночных изделий. Показано, что порошки моркови обладают большей влагосвязывающей способностью, чем порошки свеклы, что, в свою очередь, влияет на количество воды, которое необходимо дополнительно внести в рецептуру опары перед началом процесса брожения. Получены эмпирические уравнения зависимости влажности опары от дозы внесения порошков моркови и свеклы. Предложена методика определения режимов центрифугирования смеси порошков и воды для определения влагосвязывающих свойства овощных порошков. Влагосвязывающие свойства порошков рекомендуется проводить при вращении ротора 6000 об/мин⁻¹ в течение 20 мин для порошков моркови и в течение 15 мин для порошков свеклы. Для проведения экспериментов использовали порошки моркови и свеклы компании ООО «Витбиокор». В порошке моркови: содержание белков — 10%, жиров — 0,8%, углеводов — 55%, клетчатки — 2,4%, влажность — 8%, гранулометрический состав — 85–95 мкм; в порошке свеклы: содержание белков — 9,9%, жиров — 0,7%, углеводов — 59,7%, клетчатки — 2,5% влажность — 8,2%, гранулометрический состав — 95–105 мкм. Для определения режима центрифугирования смеси порошков и муки при определении их влагосвязывающей способности использовали центрифугу марки ULAB. Опару готовили по рецептуре: 100 г пшеничной муки высшего сорта с влажностью 12%, 2,5 г прессованных дрожжей и 50 см³ воды. В опытные образцы опары для бараночных изделий дополнительно к 100 г муки вносили порошки моркови и свеклы в количестве: 1,5; 3,0; 6,0 и 9,0% от массы муки. Влажность порошков, муки, опары определяли методом высушивания до постоянной массы. Полученные результаты показывают необходимость разработки математической модели, учитывающей показатели свойств и качества различных видов муки и различных видов овощных порошков, включаемых в рецептуры бараночных изделий, что позволило бы быстро выполнять расчеты необходимого количества добавляемой воды в опару и вносить корректировки при производстве бараночных изделий, что является особенно актуальным вопросом при цифровизации производства.

Ключевые слова: порошок моркови, порошок свеклы, влагосвязывающая способность, бараночные изделия, густая опара, расход воды, математическое моделирование.

Информация о статье:

Поступила в редакцию 11.01.2022, принята к печати 25.01.2022

DOI: 10.17586/1606-4313-2022-21-1-61-67

Язык статьи — русский

Для цитирования:

Тихий А. В., Баракова Н. В., Самodelкин Е. А. Влагосвязывающие свойства порошков моркови и свеклы и их влияние на влажность опары для бараночных изделий // Вестник Международной академии холода. 2022. № 1. С. 61–67.

DOI: 10.17586/1606-4313-2022-21-1-61-67

Water binding capacity of carrot and beet powders, and their influence on the humidity of sourdough for round cracknel products

А. В. ТИХИЙ¹, Ph. D. N. V. BARAKOVA¹, E. A. SAMODELKIN²¹ITMO University²Research Institution Research Center 'Kurchatov Institute' — Central Research Institute for Engineering Materials Prometheus

E-mail: antontikhiy@yandex.ru

The water binding capacity of carrot and beet powders has been investigated, and the effect of the powders on the moisture content of dense sourdough for round cracknel products has been established. The study found that the carrot powder has a higher water binding capacity than the beet powder, which in its turn affects the amount of water that must be added to the dough before the fermentation process begins. The obtained empirical equations establish the correspondence between the dough moisture content and the amount of the carrot and the beet powders taken. In this study, the method of choosing the appropriate centrifugation modes of powders and water mixture to determine the water binding capacity of

vegetable powders is proposed. It is recommended to carry out the moisture binding properties of powders when the rotor rotates at 6000 rpm⁻¹ within 20 minutes for carrot powder, and 15 minutes — for beet powder. In this study, we used Vitbiokor (the Republic of Belarus) carrot and beet powders. Carrot powder contains: protein content — 10%, fat — 0.8%, carbohydrates — 55%, fiber — 2.4%, moisture content — 8%, particle size distribution — 85–95 micron. Beet powder contains: protein content — 9.9%, fat — 0.7%, carbohydrates — 59.7%, fiber — 2.5%, moisture — 8.2%, particle size distribution — 95–105 micron. A ULAB centrifuge was used to choose the mode of centrifugation of a powder and water mixture when determining their water binding capacity. The dough was prepared according to the following recipe: 100 g of premium wheat flour (Predportovaya flour, produced by Saint Petersburg Mill Plant, JSC) with the moisture content at 12.9%, 2.5 g of pressed yeast, and 50 cm³ of water. In experimental samples of sourdough for round cracknel products, in addition to 100 g of flour, carrot and beet powders were added: 1.5; 3.0; 6.0; and 9.0% by flour weight. The moisture content of powders, flour, and the dough was determined by means of drying to constant mass. The results show the need to develop a mathematical model that takes into account indicators of the properties and quality of various types of flour and vegetable powders included in the recipes of round cracknel products. The model would allow to calculate the required amount of water added to the quickly dough and to make adjustments in the production of round cracknel products. Thus, digitalization is a significant part of the production process.

Keywords: carrot powder, beet powder, water-binding capacity, round cracknel products, dense sourdough, water consumption, mathematical modeling.

Article info:

Received 11/01/2022, accepted 25/01/2022

DOI: 10.17586/1606-4313-2022-21-1-61-67

Article in Russian

For citation:

Tikhiy A. B., Barakova N. V., Samodelkin E. A. Water binding capacity of carrot and beet powders, and their influence on the humidity of sourdough for round cracknel products. *Journal of International Academy of Refrigeration*. 2022. No 1. p. 61–67. DOI: 10.17586/1606-4313-2022-21-1-61-67

Введение

Перспективным направлением в технологиях хлебобулочных изделий является применение улучшителей на основе овощного и плодово-ягодного сырья [1, 2, 3], особенно в виде порошков [4].

В технологию бараночных изделий входит технологическая операция — приготовление густой опары [5]. В рецептуру опары входит мука, вода и дрожжи. Весь объем дрожжей вносится на стадии приготовления опары, то есть основное брожение происходит на этой технологической стадии [6].

При включении в рецептуру бараночных изделий порошков моркови и свеклы добавляется сырая клетчатка (пищевые волокна), которая представляет собой части оболочек растительной клетки, в состав которой входят целлюлоза, гемицеллюлоза и лигнин. Одним из свойств клетчатки является способность переводить свободную влагу в связанную. Это свойство клетчатки объясняется наличием первичных и вторичных гидроксильных групп (фенольных, карбоксильных) обуславливает межмолекулярное взаимодействие (водородные связи), способностью сорбировать воду и другие полярные молекулы, ионы. Вода поглощается клетчаткой в результате сорбции, накапливаясь на их поверхности, далее под действием диффузии вода распределяется по всему объему [7].

Влагосвязывающая способность порошков будет определяться количеством связанной влаги, находящейся на поверхности порошков, то есть сразу же после смешивания порошков и воды, а водоудерживающая способность порошков — количеством влаги, которое накопится в порошках по окончании процесса набухания клетчатки.

В работе [8] влагосвязывающую способность порошков определяли методом центрифугирования и было показано, что влагосвязывающая способность овощных порошков зависит от вида сырья, из которых они приготовлены и от количества воды, с которым сырье смешивается (гидромуль), а водоудерживающая способность зависит от времени набухания порошков.

Однако в работе Корячкиной С. Я. [9] и других аналогичных работах, при определении влагосвязывающей и водоудерживающей способности овощных порошков приводятся разные режимы, при которых определяются эти показатели, но не обоснован выбор скорости вращения ротора и времени центрифугирования образцов. Режимы центрифугирования должны быть подобраны таким образом, чтобы максимально отделить воду от нерастворимой части порошков [10].

В зависимости от влагосвязывающих способностей порошков необходимо будет вносить разное количество воды и делать корректировки в рецептуру опары.

Цель данных исследований: разработать методику определения влагосвязывающей способности овощных порошков, определить влагосвязывающую способность порошков моркови и свеклы, рассчитать количество дополнительно вносимой в опару воды, в зависимости от дозы внесения порошков.

Материалы и методы

Для проведения экспериментов применены порошки моркови и свеклы компании ООО «Витбиокор» (Республика Беларусь). В порошке моркови: содержание белков составило 10%, жиров — 0,8%, углеводов — 55%, клетчатки — 2,4%, влажность — 8%, гранулометрический состав — 85–95 мкм; в порошке свеклы: содержание

белков — 9,9%, жиров — 0,7%, углеводов — 59,7%, влажность — 8,2%, гранулометрический состав — 95–105 мкм.

Использована мука высшего сорта «Предпортовая» производителя АО «Петербургский мельничный комбинат», влажностью 12,9%. Дрожжи хлебопекарные пресованные высокоактивные производителя ОАО «Комбинат пищевых продуктов», влажностью — 77%.

Для проведения экспериментов были приготовлены образцы порошков моркови и свеклы с гидромодулем 1:10. При таком гидромодуле будет обеспечена возможность всех гидроксильных групп клетчатки связать внешнюю воду.

Образцы готовили следующим образом: в предварительно взвешенную пробирку вносили воду в количестве 10 см³ температурой 30 °С. Далее взвешенный 1 г порошка (свеклы, моркови или муки) вносили в пробирку с водой. Пробирку закрывали крышкой и перемешивали путем встряхивания в течение 30 с. После встряхивания образцы без выдержки ставили в центрифугу. Время центрифугирования образцов составляло 10 мин при заданном количестве скорости вращения ротора. По окончании центрифугирования пробирки с суспензиями взвешивали, затем сливали выделившуюся воду и взвешивали остаточную массу порошка. Количество воды, вносимой в порошки сухой моркови и свеклы и количество воды, полученной после центрифугирования, измеряли мерным цилиндром 1 класса точности, у которого погрешности точности при измерении в цилиндре на 10 см³ составляет ± 0,1 [5]. Влагосвязывающую способность порошков рассчитывали, как процент объема выделившейся после центрифугирования воды от объема внесенной в порошки воды.

Результаты и обсуждение

Для определения количества воды, которое необходимо было добавить в образцы с порошками для достижения влажности, равной влажности контрольного об-

разца, готовили образцы с разным количеством вносимой воды.

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод о том, что с увеличением скорости вращения ротора центрифуги, масса осадков уменьшается, следовательно уменьшается и количество воды в них, что говорит о том, что в осадках содержится свободная, не связанная вода.

Из данных, представленных на рис. 1, также следует, что при одинаковых скоростях вращения ротора масса осадка моркови больше, чем масса осадка свеклы, следовательно, порошок моркови обладает лучшей влагосвязывающей способностью, чем порошок свеклы.

Если сравнить массу осадка в образце с мукой и массы осадков в образцах с порошками свеклы и моркови, то видно, что способность связывать воду у порошка свеклы больше, чем у пшеничной муки высшего сорта в 1,43–1,87 раза, а у порошка моркови — более чем в 1,98–3,30 раза.

Чтобы определить время вращения ротора, которое необходимо, чтобы масса осадка порошков и воды не изменялась, образцы с порошками моркови и свеклы центрифугировали в течение 30 мин с интервалом в 5 мин, при скорости вращения ротора 6000 об/мин⁻¹.

Из диаграммы, показанной на рис. 2, видно, что с увеличением времени центрифугирования в образце с порошком свеклы после 15 мин центрифугирования масса осадка снижается незначительно, в среднем на 0,038 г, следовательно, для определения влагосвязывающей способности порошка свеклы необходимо образцы центрифугировать при скорости вращения ротора 6000 об/мин⁻¹ и времени центрифугирования 15 мин.

Из диаграммы также следует, что с увеличением времени центрифугирования в образце с порошком моркови после 20 мин центрифугирования масса осадка снижается незначительно, в среднем на 0,035 г, следовательно, для определения влагосвязывающей способности порошка моркови необходимо образцы центрифугировать при скорости вращения ротора 6000 об/мин⁻¹ и времени

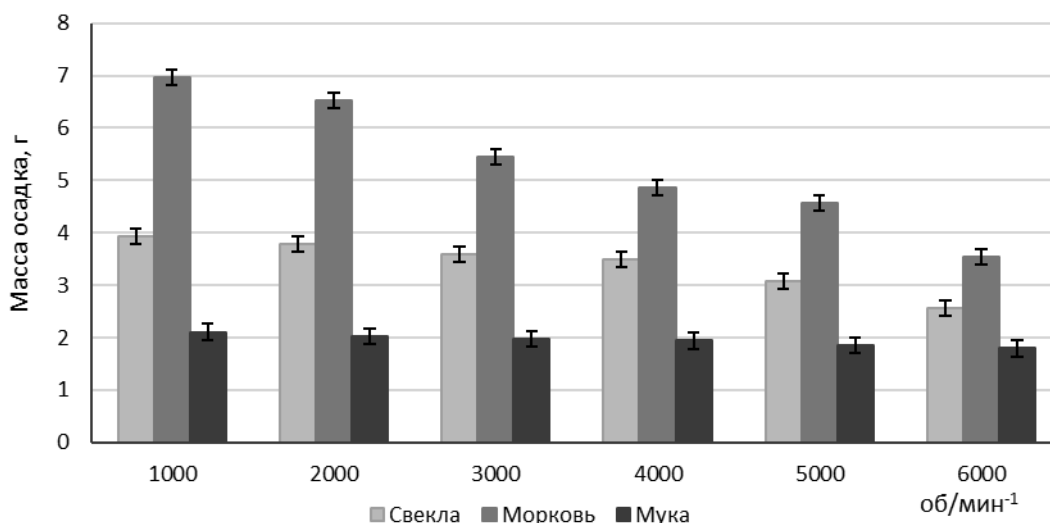


Рис. 1. Изменение количества воды в осадках, содержащих порошок и воду, муку и воду, в зависимости от скорости вращения ротора центрифуги

Fig. 1. The changes of water content in the precipitate of powder, flour and water depending on the centrifuge bowl rotation speed

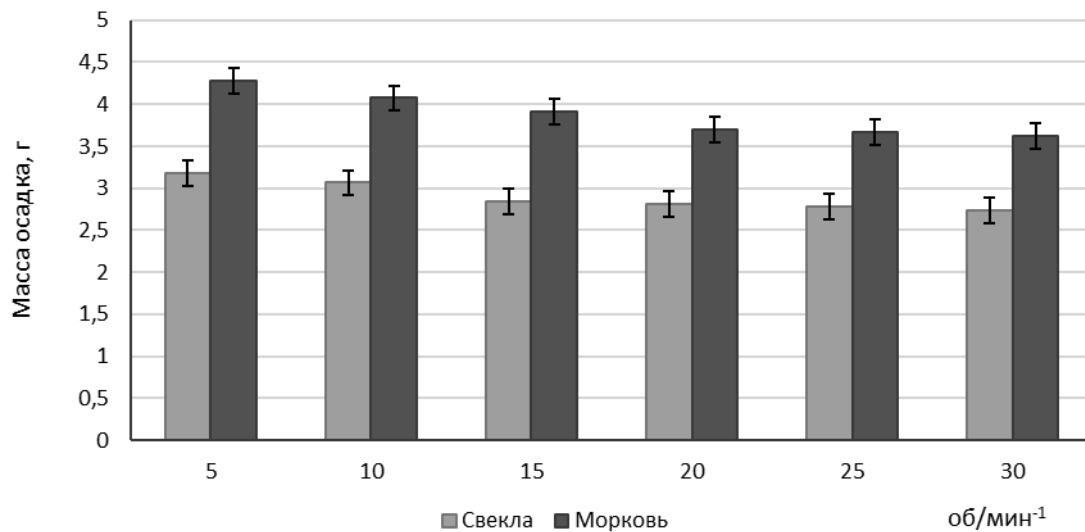


Рис. 2. Изменение количества воды в осадках, содержащих порошок и воду, в зависимости от времени вращения ротора центрифуги при скорости вращения 6000 об/мин¹

Fig. 2. The changes of water content in the precipitate of powder and water depending on the time of centrifuge bowl rotation at the speed of 6000 rev/min¹

центрифугирования 20 мин. В дальнейшем, для определения водоудерживающей способности порошков необходимо использовать эти режимы центрифугирования.

При установленных режимах центрифугирования для порошка моркови масса осадка, состоящего из связанной (адсорбированной на порошке) воды и порошка (1 г) составила для моркови — 2,85 г, для свеклы — 3,69 г. Для муки пшеничной в/с масса осадка, состоящего из связанной (адсорбированной) воды и порошка (1 г) масса составила для свеклы 1,95 г.

Для расчета влагосвязывающей способности порошков моркови, свеклы и муки пшеничной в/с, необходимо от массы осадка отнять количество внесенного порошка (1 г), и получить количество связанной воды, полученные результаты представлены в табл. 1.

Из данных, представленных в табл. 1, следует, что влагосвязывающая способность порошка моркови на 38% выше, чем у свеклы.

При приготовлении бараночных изделий предпочтение отдается технологии бараночных изделий на густой опаре, то есть влажность опары должна быть в районе 40% [1].

В рецептуру густой опары для бараночных изделий входят мука, дрожжи и вода. При включении в рецептуру опары порошков моркови и свеклы в силу того, что порошки обладают влагосвязывающей способностью, то для достижения влажности опары как в образце без добавления порошков, необходимо будет дополнительно

вносить количество воды до достижения требуемой влажности.

Для исследования влияния порошков моркови и свеклы на влажность опары и влияния дополнительного количества вносимой воды на изменение влажности опары, в зависимости от количеств, был проведен эксперимент.

Образцы опары готовились по рецептуре: 100 г муки, 2,5 г прессованных дрожжей, порошки моркови или свеклы вносились в количестве от 1,5% до 9,0% и вносилась вода в количестве 50–55 г. Приготовление опары для каждого образца проводилось в чаше миксера: к 2,5 г дрожжей добавляли воду в количестве 50–55 г, затем добавляли муку или смесь муки и порошка. Замес проводили в миксере, в течение 3 мин на низкой скорости и 4 мин на высокой скорости. Затем определяли влажность опары. На основании полученных результатов были построены графики, представленные на рис. 3.

Исходя из полученных результатов, влажность опары контрольного образца (без внесения овощных порошков) составила 40,83±0,01%. Показано, что в зависимости от количества вносимых порошков, влажность опары уменьшается, причем, влажность опары с порошками моркови, по сравнению с аналогичными образцами опары с порошком свеклы, ниже, что обусловлено влагосвязывающей способностью порошков, определенной ранее.

При внесении порошка моркови в количестве 1,5% к массе муки влажность опары относительно контроль-

Таблица 1
Влагосвязывающая способность порошков моркови, свеклы и муки пшеничной высшего сорта

Table 1
Water-binding capacity of the carrot and beet powders and premium wheat flour

Наименование образца	Масса осадка (вода и порошок), г	Влагосвязывающая способность порошка, %
Порошок моркови	3,69±	26,90
Порошок свеклы	2,85±	18,50
Мука пшеничная в/с	1,95±	9,50

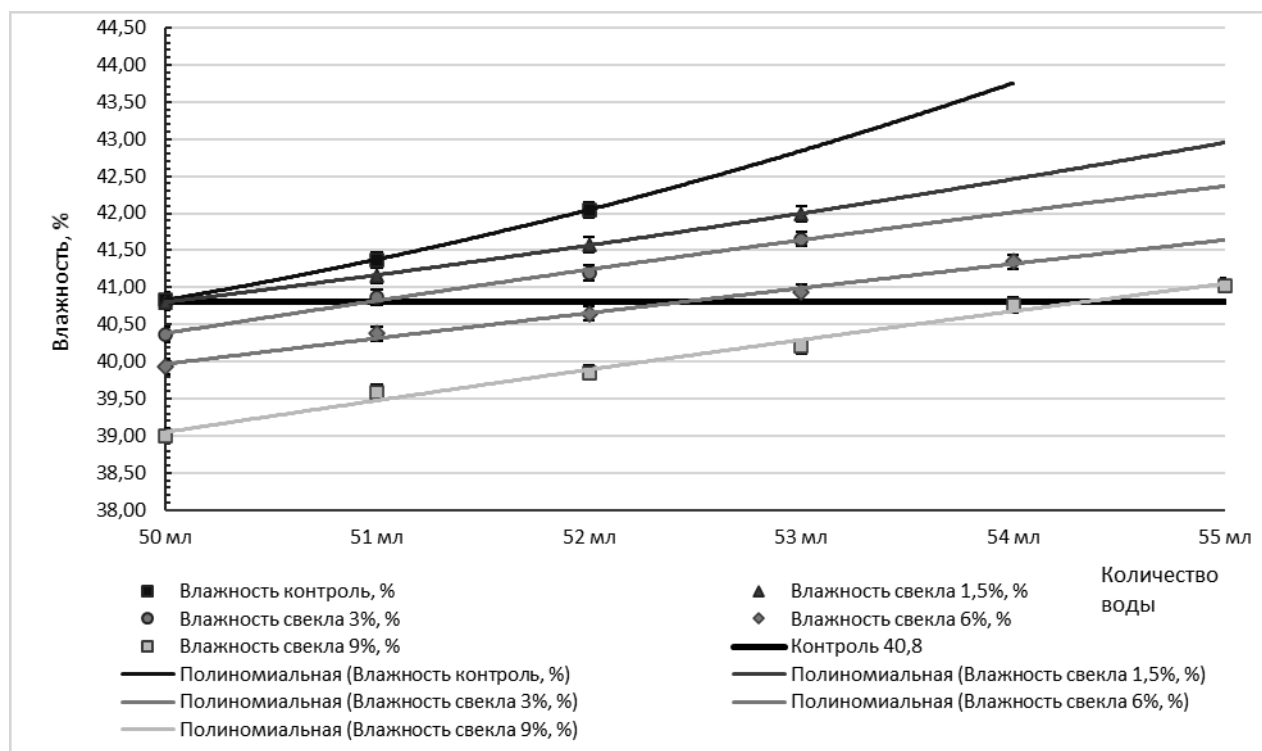
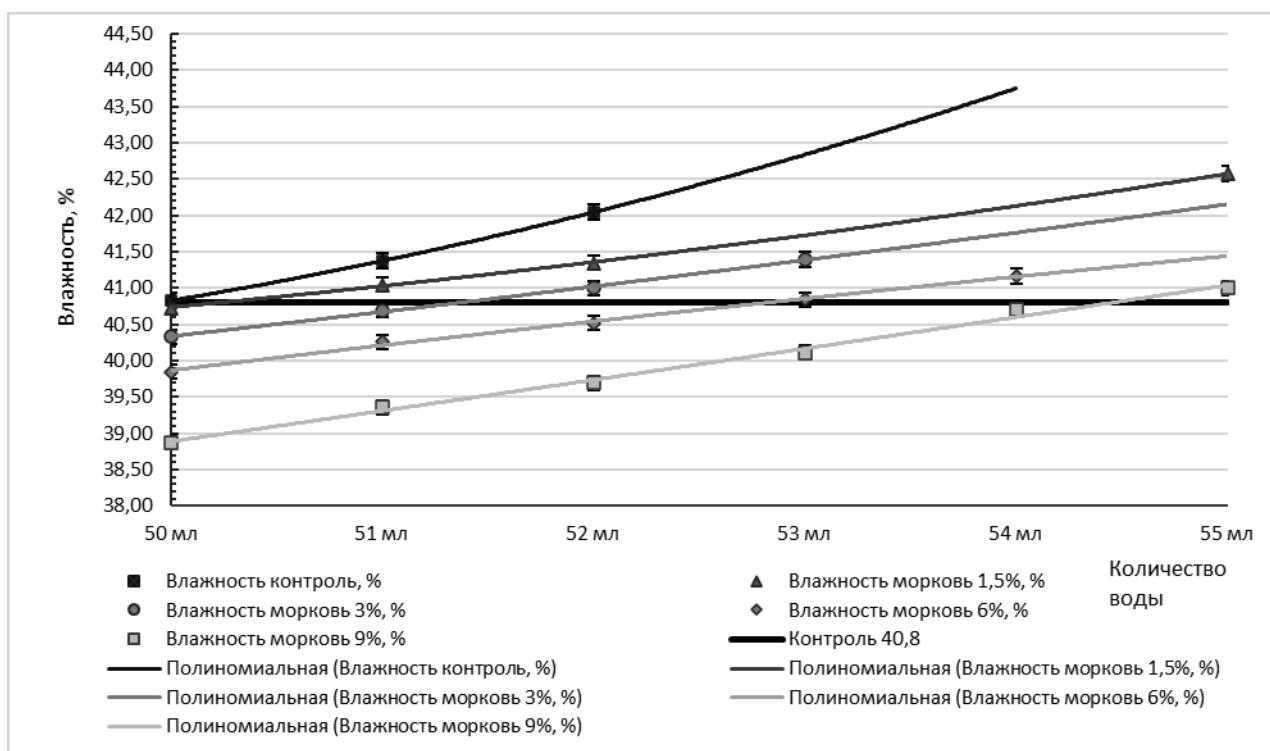


Рис. 3. Изменение влажности опары в зависимости от количества вносимой воды и количества вносимых порошков
 Fig. 3. The changes of the sourdough humidity depending on water and powder dosage

ного образца ($40,83 \pm 0,01$ %) снижается незначительно, до $40,73$ %, а при внесении порошка свеклы $1,5$ % к массе муки – до $40,80$ %. При внесении порошка моркови в количестве $3,0$ % к массе муки, влажность опары относительно контрольного образца ($40,83 \pm 0,01$ %) снижается незначительно – до $40,33$ %, а при внесении порошка свеклы $3,0$ % к массе муки – до $40,37$ %.

При внесении порошка моркови в количестве $6,0$ % к массе муки влажность опары, относительно контрольного образца ($40,83 \pm 0,01$ %), снижается незначительно – до $39,85$ %, а при внесении порошка свеклы $6,0$ % к массе муки – до $39,94$ %. При внесении порошка моркови в количестве $9,0$ % к массе муки влажность опары, относительно контрольного образца ($38,88 \pm 0,01$ %), снижается

Таблица 2

Функции зависимости влажности опары от дозы внесения воды

Table 2

Equations for the dependency of the sourdough humidity on water dosage

Наименование графика	Функция кривой
Контроль (без порошка)	$Y_k = 0,0943x^2 + 0,4338x + 40,805$
Порошок свеклы в количестве 1,5% от массы муки	$Y_{1,5} = 0,0156x^2 + 0,3211x + 40,833$
Порошок свеклы в количестве 3,0% от массы муки	$Y_3 = -0,0113x^2 + 0,4758x + 40,315$
Порошок свеклы в количестве 6,0% от массы муки	$Y_6 = -0,0032x^2 + 0,3573x + 39,96$
Порошок свеклы в количестве 9,0% от массы муки	$Y_9 = -0,0071x^2 + 0,4503x + 39,01$
Порошок моркови в количестве 1,5% от массы муки	$Y_{1,5} = 0,0188x^2 + 0,2355x + 40,785$
Порошок моркови в количестве 1,5% от массы муки	$Y_3 = 0,0069x^2 + 0,3154x + 40,317$
Порошок моркови в количестве 1,5% от массы муки %	$Y_6 = -0,0073x^2 + 0,3662x + 39,841$
Порошок моркови в количестве 1,5% от массы муки	$Y_9 = 0,002x^2 + 0,4161x + 38,873$

незначительно — до 39,85%, а при внесении порошка свеклы 6,0% к массе муки — до 39,01%.

Для установления зависимости, как меняется влажность в опаре при внесении большего, чем было предусмотрено рецептурой (50 см³), количеством воды, были приготовлены образцы опары, определена влажность образцов и рассчитано изменение влажности опары.

В сравнении влажности опары без порошков и влажности опары с порошками 9%, при внесении 50 см³ воды, получили что влажность опары со свеклой на 4,47% ниже, чем в контроле, а в случае с влажностью опары с морковью — ниже на 4,78%.

При добавлении в опару (в контрольный образец и с порошками моркови и свеклы) количества воды больше на 1 см³, чем предусмотрено рецептурой (50 см³), в полученных образцах была определена влажность опары и рассчитано изменение влажности в опаре, относительно предыдущего образца.

По полученным данным были построены графики зависимости влажности опары от дозы внесения воды и дозы внесения порошков моркови и свеклы (см. рис. 3). Были получены уравнения зависимости влажности опары

от дозы внесения воды. Уравнения представлены в табл. 2.

Для полученных графиков были подобраны функции зависимостей, с величиной достоверности не менее $R^2=0,990$. Функции кривых влажности представлены в табл. 2.

По уравнениям, представленным в табл. 2, в рамках условий проведенного эксперимента (для данного вида муки, и данных порошков) можно определить, какова будет влажность опары, в зависимости от количества вносимых порошков и дозы внесения воды.

Заключение

Полученные результаты показывают необходимость разработки математической модели, учитывающей показатели свойств и качества различных видов муки и различных видов овощных порошков, включаемых в рецептуры бараночных изделий, что позволило бы быстро выполнять расчеты необходимого количества добавляемой воды в опару и вносить корректировки при производстве бараночных изделий, что является особенно актуальным вопросом при цифровизации производства.

Литература

1. Широкова Л. О. Технология бараночных изделий улучшенного качества и функционального назначения. // Пищевая промышленность. Техника и технология. 2009. № 12. С. 62–63.
2. Granato D., Barba F. J., Bursac Kovačević D., Lorenzo J. M., Cruz A. G., Putnik P. Functional Foods: Product Development, Technological Trends, Efficacy Testing, and Safety. // Annual Review of Food Science and Technology, 2020. 11, pp. 93–118. doi: 10.1146/annurev-food-032519-051708
3. Zain M. Z. M., Shori A. B., Baba A. S. Potential functional food ingredients in bread and their health benefits. // Biointerface Research in Applied Chemistry. 2022. 12 (5), с. 6533–6542
4. Аллерт А. А., Альшевская М. И. Научное обоснование применения овощных масс свеклы, моркови, петрушки в технологии хлебобулочных изделий. // Известия КГТУ. 2017. № 45. с. 125–135.

References

1. Shirokova L. O. Technology of lamb products of improved quality and functional purpose. *Food industry. Technique and technology*. 2009. No. 12. pp. 62–63. (in Russian)
2. Granato D., Barba F. J., Bursac Kovačević D., Lorenzo J. M., Cruz A. G., Putnik P. Functional Foods: Product Development, Technological Trends, Efficacy Testing, and Safety. *Annual Review of Food Science and Technology*, 2020. 11, pp. 93–118. doi: 10.1146/annurev-food-032519-051708
3. Zain M. Z. M., Shori A. B., Baba A. S. Potential functional food ingredients in bread and their health benefits. *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 2022. 12 (5), с. 6533–6542
4. Alert A. A., Olshevskaya M. I. Scientific substantiation of the use of vegetable masses of beets, carrots, parsley in the technology of bakery products. *News of KSTU*. 2017. No. 45. pp. 125–135. (in Russian)

5. Грязина Ф. И., Данилова О. А., Емельянова Т. Н. Применение натуральных обогатителей в технологии хлебобулочных изделий пониженной влажности. // Вестник Марийского государственного университета. 2016. Т. 2. № 2 (6). С. 15–19.
6. Джахангирова Г. З. Применение натуральных пищевых добавок для активации хлебопекарных дрожжей. // Хранение и переработка сельхозсырья. 2017. № 2. С. 22–26.
7. Типсина Н. Н., Типсина Е. Н. Использование порошка моркови и свеклы в пищевой промышленности. // Вестник КрасГАУ. 2014. № 4. с. 257–261.
8. Корячкина С. Я. Использование тонкодисперсных овощных и фруктовых порошков в технологии макаронных изделий / С. Я. Корячкина, Е. Н. Холодова, В. Я. Черных, О. Л. Ладнова // Современные науки и инновации. 2015. № 1. С. 57–62.
9. Юрчок В., Маник В., Волощук Г. Влияние овощных порошков на качество макаронных изделий. // Хлебопродукты. 2005. № 12. с. 44–46.
10. Лобосова Л. А., Оженерьева И. В. Новый желеино-фруктовый мармелад для питания школьников. // Современные инновации в науке и технике: материалы конференции. 2014. с. 392–395.
5. Gryazina F. I., Danilova O. A., Emelyanova T. N. The use of natural fortifiers in the technology of bakery products of low humidity. *Bulletin of the Mari State University*. 2016. Vol. 2. No. 2 (6). pp. 15–19. (in Russian)
6. Jahangirova G. Z. The use of natural food additives to activate baking yeast. *Storage and processing of agricultural raw materials*. 2017. No. 2. pp. 22–26. (in Russian)
7. Tipsina N. N., Tipsina E. N. The use of carrot and beet powder in the food industry. *Bulletin of KrasGAU*. 2014. No. 4. pp. 257–261. (in Russian)
8. Koryachkina S. Ya. The use of finely dispersed vegetable and fruit powders in pasta technology / S. Ya. Koryachkina, E. N. Kholodova, V. Ya. Chernykh, O. L. Ladnova. *Modern science and innovation*. 2015. No. 1. pp. 57–62. (in Russian)
9. Yurchuk V., Manik V., Voloshchuk G. The influence of vegetable powders on the quality of pasta. *Bread products*. 2005. No. 12. pp. 44–46. (in Russian)
10. Lobosova L. A., Ozhener'yeva I. V. A new jelly-fruit marmalade for feeding schoolchildren. *Modern innovations in Science and Technology: conference proceedings*. 2014. pp. 392–395. (in Russian)

Сведения об авторах

Тихий Антон Владиславович

Аспирант факультета биотехнологий Университета ИТМО, 191002, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, antontikhiy@yandex.ru

Баракова Надежда Васильевна

К. т. н., доцент факультета биотехнологий Университета ИТМО, 191002, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, n.barakova@mail.ru

Самоделкин Евгений Александрович

НИИ «Курчатовский институт» — ЦНИИ КМ «Прометей», 191015, Россия, Санкт-Петербург, ул. Шпалерная 49, smdlkn@inbox.ru

Information about authors

Tikhiy Anton V.

Postgraduate of Faculty of Biotechnology (BioTech), ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9, antontikhiy@yandex.ru

Barakova Nadezhda V.

Ph. D., Associate Professor of Faculty of Biotechnologies (BioTech), ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9, n.barakova@mail.ru

Samodelkin Evgeny A.

Research Institution Research Center 'Kurchatov Institute'— Central Research Institute for Engineering Materials "Prometheu", 191015, Russia, St. Petersburg, st. Shpalernaya 49, smdlkn@inbox.ru



27-я международная выставка

«Оборудование, технологии, сырье и ингредиенты для пищевой и перерабатывающей промышленности»

10-14 октября 2022 г.

«Агропродмаш» – международная выставка оборудования, машин и ингредиентов для пищевой и перерабатывающей промышленности – на протяжении двух десятилетий демонстрирует лучшие мировые достижения, способствуя внедрению новых современных технологий российскими предприятиями пищевой и перерабатывающей промышленности.

Организатор выставки:

ЦВК «Экспоцентр», 123100, Россия, Москва, Краснопресненская набережная, 14

Телефон: +7 (499) 795-37-23

Факс: +7 (495) 609-41-68

E-mail: voronin@expocentr.ru

Web: <https://www.agroprod mash-expo.ru/>