

## Обоснование эффективности применения гидратированных порошков моркови и свеклы в технологии опары для бараночных изделий

Антон В. Тихий

antontikhiy@yandex.ru

ID 0000-0002-0890-3728

Надежда В. Баракова

n.barakova@mail.ru

ID 0000-0001-7296-8609

Евгений А. Самоделкин

smdlkn@inbox.ru

ID 0000-0001-9576-4940

1 Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО), ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, 197101, Россия

2 Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» - Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей», ул. Шпалерная, 49, Санкт-Петербург, 191015, Россия

**Аннотация.** Исследовано два способа внесения порошков моркови и свеклы в опару бараночных изделий: внесение сухих порошков и предварительно гидратированных. Исследовали водоудерживающие свойства порошков моркови и свеклы и изменение подъемной силы дрожжей при внесении перед брожением опары не гидратированных и гидратированных порошков. Для проведения экспериментов использовали порошки моркови и свеклы компании ООО "Витбиокор", среднеинтегральный размер частиц в порошке моркови составил 85–95 мкм; в порошке свеклы – 95–105 мкм. Использовали также муку высшего сорта «Предпортовая» производителя АО "Петербургский мельничный комбинат" и дрожжи хлебопекарные прессованные производителя ОАО «Комбинат пищевых продуктов». Размер частиц порошков определяли лазерным дифракционным анализатором Malvern Mastersizer 2000. Водоудерживающую способность порошков определяли при гидромодуле 1:10 методом центрифугирования при скорости вращения ротора 6000 об/мин<sup>1</sup> в течение 20 минут (для образцов с порошком моркови) и в течение 15 мин (для образцов с порошком свеклы). Подъемную силу дрожжей определяли методом "всплывающего шарика". Гидратацию порошков проводили при гидромодуле 1:5, температуре 30 °С в течение 60 мин. В результате было установлено, что максимальной водоудерживающей способностью (43%) обладают порошки моркови, выдержанные в течение 40 мин и порошки свеклы (33%), выдержанные в течение 40 мин. Было установлено, что независимо от дозы внесения порошков моркови и свеклы подъемная сила дрожжей в образцах опары с внесением гидратированных порошков выше, чем в образцах опары с внесением не гидратированных порошков, причем в образцах с внесением порошков свеклы эта разница была более выраженной. Полученные результаты показывают целесообразность проведения гидратации порошков моркови и свеклы перед внесением их в тесто для бараночных изделий.

**Ключевые слова:** бараночные изделия, порошок моркови, порошок свеклы, дрожжи, гидратированные порошки

## The effectiveness of using hydrated carrot and beet powders in the production of round cracknels sourdough

Anton V. Tikhii

antontikhiy@yandex.ru

ID 0000-0002-0890-3728

Nadezhda V. Barakova

n.barakova@mail.ru

ID 0000-0001-7296-8609

Evgeny A. Samodelkin

smdlkn@inbox.ru

ID 0000-0001-9576-4940

1 Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Lomonosova ave. 9, St. Petersburg, 197101, Russia

2 Research Institution Research Center 'Kurchatov Institute' - Central Research Institute for Engineering Materials Prometheu", st. Shpalernaya 49, St. Petersburg, 191015, Russia

**Abstract.** Two methods of adding carrot and beet powders to the sourdough of round cracknel products have been studied, such as adding the dry powders and adding the pre-hydrated ones. The water-retaining properties of carrot and beet powders and the change in the lifting force of yeast when applying non-hydrated and hydrated powders before fermentation were investigated. For the experiment, we used Vitbiokor LLC carrot and beet powders. The average integral particle size in carrot powder was 85–95 microns, in beet powder —95–105 microns. We also used the flour of the highest grade Predportovaya (produced by Saint Petersburg Mill Plant, JSC) and the pressed baking yeast produced by Food Combine, JSC. The particle size of the powders was determined by a Malvern Mastersizer 2000 laser diffraction analyzer. The water-holding capacity of the powders was determined by a hydromodule of 1:10 by centrifugation with the rotational speed 6000rpm<sup>-1</sup> for 20 minutes (the carrot powder samples) and for 15 minutes (the beet powder samples). The lifting force of the yeast has been determined with the help of the "pop-up ball" method. The powders were hydrated at a hydromodule of 1:5, at a temperature of 30°C for 60 minutes. The results show that carrot powders aged for 40 minutes and beet powders (33%) aged for 40 minutes have the maximum water retention capacity (43%). It was found that the quantity of carrot and beet powders added does not correlate with the lifting force of the yeast in the sourdough samples. It is higher in the samples with the hydrated powders added, rather than in the ones with the non-hydrated powders. Moreover, this difference was more pronounced in the beet powder samples. The study shows the importance of carrot and beet powders hydration before adding them to the sourdough. It's also significant to conduct the experiments to evaluate the effectiveness of carrot and beet powders hydration before adding them to the round cracknel products sourdough

**Keywords:** lamb products, carrot powder, beet powder, yeast, hydrated powders

### Для цитирования

Тихий А.В., Баракова Н.В., Самоделкин Е.А. Обоснование эффективности применения гидратированных порошков моркови и свеклы в технологии опары для бараночных изделий // Вестник ВГУИТ. 2022. Т. 84. № 1. С. 125–130. doi:10.20914/2310-1202-2022-1-125-130

### For citation

Tikhii A.V., Barakova N.V., Samodelkin E.A. The effectiveness of using hydrated carrot and beet powders in the production of round cracknels sourdough. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2022. vol. 84. no. 1. pp. 125–130. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2022-1-125-130

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Введение

В настоящее время в рецептуры хлебо-булочных изделий включаются порошки, приготовленные из овощных культур и дикорастущих растений [1, 2]. Наличие в порошках микроэлементов, витаминов, биологически активных веществ, не только повышает функциональность изделия [3], но и влияет на биотехнологические процессы, протекающие во время их приготовления, реологические характеристики теста и показатели качества готовой продукции [4, 5].

Как правило, овощные порошки и порошки, приготовленные на базе другого растительного сырья, вносят на стадии приготовления теста, при этом изучается влияние порошков на реологические показатели теста и готовых изделий и недостаточно изучено влияние порошков и компонентов, входящих в их состав на процессы сбраживания теста. Хлебобулочные изделия готовят как опарным, так и безопарным способом, и на обоих этих стадиях протекают процессы брожения.

В технологию бараночных изделий обязательно входит технология приготовления опары, во время которой вносится все расчетное количество дрожжей, причем предпочтительно отдается приготовлению густой опары (влажностью 40%). Созревание опары будет зависеть от свойств дрожжей и от того, насколько быстро питательные вещества будут поступать в дрожжи. Чтобы этот процесс протекал как можно быстрее, необходимо, чтобы вещества, входящие в состав порошков, были хорошо растворимыми, могли быстро перейти в питательную для дрожжей среду. Растворимость компонентов, входящих в состав порошков, достигается это не только технологией приготовления порошков, но и предварительной подготовкой порошков [6], например, их гидратацией.

При смешивании порошков с водой происходит процесс набухания. Вода проникает в высокомолекулярные компоненты растительного сырья, сохраняя при этом целостность порошка, происходит значительное увеличение его объема. Часть молекулы воды адсорбционно связывается с высокомолекулярными веществами порошка, а часть молекул за счет диффузии проникает во внутреннюю структуру набухающего вещества [7, 8]. В результате часть низкомолекулярных компонентов набухающего вещества может перейти в растворенное состояние, что в дальнейшем будет влиять на процесс поступления компонентов порошков в дрожжевую клетку и оказывать влияние на весь процесс брожения [9, 10–20].

**Цель работы** – исследовать водоудерживающую способность порошков моркови и свеклы и оценить эффективность проведения гидратации порошков перед внесением их в опару бараночных изделий.

## Материалы и методы

Для проведения экспериментов использовали 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. Использовали муку высшего сорта «Предпортовая» производителя АО «Петербургский мельничный комбинат», влажность – 12,9%. Дрожжи хлебопекарные прессованные высокоактивные производителя ОАО «Комбинат пищевых продуктов», влажность – 77%. Размер частиц определяли лазерным дифракционным анализатором Malvern Mastersizer 2000.

Для определения водоудерживающей способности порошков моркови и свеклы были приготовлены образцы с гидромодулем 1:10. Образцы выдерживали при комнатной температуре в течение 60 минут и с интервалом в 10 минут отбирали образцы для определения методом центрифугирования количества удержанной влаги. Режим центрифугирования: скорости вращения ротора 6000 об/мин<sup>-1</sup> в течение 20 минут для образцов с морковью и в течение 15 минут – образцы с порошком свеклы. По окончании центрифугирования пробирки с суспензиями взвешивали, затем сливали выделившуюся воду и взвешивали остаточную массу порошка.

## Результаты и обсуждение

На первом этапе проведения экспериментов определяли водоудерживающие свойства порошков моркови и свеклы. Результаты эксперимента представлены на рисунке 1.

Из графиков следует, что при гидромодуле порошков и воды 1:10 максимальная водоудерживающая способность порошков была отмечена после 40 мин выдержки и составила для порошка моркови 43%, для свеклы – 33%. Способность порошков удерживать воду впоследствии, при хранении готовых изделий, позволит им более длительный период сохранять необходимую влажность, не допуская его пересыхания и твердения.

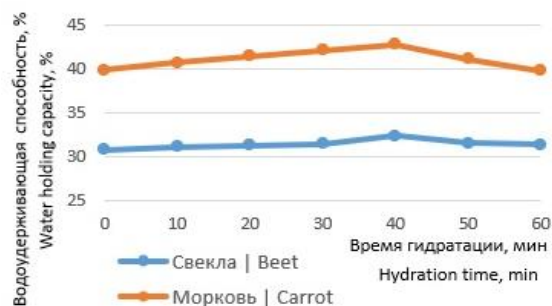


Рисунок 1. Изменение водоудерживающей способности порошков моркови и свеклы в зависимости от времени контакта порошков с водой

Figure 1. Change in the water-holding capacity of carrot and beet powders depending on the time of contact of the powders with water

Во время взаимодействия порошков с водой некоторые компоненты порошков будут переходить в растворенное состояние, что в дальнейшем, при взаимодействии порошков с дрожжами во время брожения опары, будет положительно влиять на скорость поступления питательных веществ в дрожжевую клетку.

В технологический процесс приготовления бараночных изделий входит технологическая операция – приготовление густой опары. Для определения влияния гидратированных порошков на активность дрожжей, была проведена серия экспериментов: были приготовлены 4 образца с гидратированным в течение 40 минут порошком моркови с разным количеством порошка: 1,5%; 3,0%; 6,0% и 9% относительно массы муки и 4 образца с таким же количеством не гидратированного порошка с таким же процентным содержанием порошка. Аналогичным образом было приготовлено 8 образцов со свеклой.

При гидратации порошков гидромодуль был выбран 1:5, с тем расчетом, чтобы уложиться в количество воды, вносимую в опару по рецептуре. Гидратацию порошков проводили в течение 40 минут.

Для приготовления опары в каждый образец вносилось 100 грамм муки, 2,5 грамм дрожжей и если вносили сухие порошки: 1,5 г, 3 г, 6 г и 9 г, то для всех образцов брали одинаковое количество воды – 50 см<sup>3</sup>.

Если в опару вносили предварительно гидратированные порошки, то количество воды, вносимой в опару, пересчитывали с учетом количества воды, пошедшей на гидратацию порошков. Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Был приготовлен также контрольный образец, в который порошки моркови и свеклы не вносились.

Из графиков, представленных на рисунке 2 следует, что время всплытия шарика в опаре,

приготовленной с гидратированными порошками моркови меньше, чем время всплытия шарика с сухими порошками и зависит от дозы внесения порошка: при дозе внесения морковного порошка 1,5% от массы муки – в среднем за все период приготовления опары в течении 180 мин время всплытия шарика сократилось на 17,0%, при внесении порошка в количестве 3% – на 10,5%, при внесении порошка в количестве 6% – на 9,6%, при внесении порошка в количестве 9% – на 8,5% относительно времени всплытия шарика в опаре, приготовленной при внесении сухого порошка моркови в таком же количестве.

Таблица 1.

Количество воды и гидратированного порошка, вносимых в опару

Table 1.

The amount of water and hydrated powder added to the dough

Сырье Raw material	Образец   Sample				
	0%	1,5%	3,0%	6,0%	9,0%
Вода, см <sup>3</sup>   Water, cm <sup>3</sup>	50,0	42,5	35,0	20,0	5,0
Гидратированный порошок, г   Hydrated powder, g	0	9,0	18,0	36,0	54,0

Время всплытия шарика при внесении гидратированного порошка моркови в опару относительно времени всплытия шарика контрольного образца – опара без внесения порошков, сократилось в зависимости от дозы внесения порошка в среднем на 29,6; 32,0%; 23,9%; 8,7%.

Из графиков, представленных на рисунках также следует, что время всплытия шарика в опаре, приготовленной с гидратированными порошками свеклы меньше, чем время всплытия шарика с сухими порошками и зависит от дозы внесения порошка: при дозе внесения свекольного порошка 1,5% от массы муки – в среднем за все период приготовления опары в течении 180 мин время всплытия шарика сократилось на 38,1%, при внесении порошка в количестве 3% – на 28,6%, при внесении порошка в количестве 6% – на 26,4%, при внесении порошка в количестве 9% – на 25,5% относительно времени всплытия шарика в опаре, приготовленной при внесении сухого порошка моркови в таком же количестве.

Время всплытия шарика при внесении гидратированного порошка свеклы в опару относительно времени всплытия шарика контрольного образца – опара без внесения порошков, сократилось в зависимости от дозы внесения порошка в среднем на 41,5; 40,7; 34,4; 19,4%.

При некоторых дозах внесения как гидратированных, так и сухих порошков на начало брожения опары (через 30 мин) время всплытия шарика опары с порошком может быть больше, чем время всплытия шарика контрольного образца, но в дальнейшем, по мере сбраживания опары, разница всплытия шарика выравнивается в пользу образцов с порошками.

Время всплытия шарика опары характеризует бродную активность дрожжей, поэтому на основании полученных результатов, сравнивая эффективность свекольных и морковных гидратированных порошков, можно сказать,

что внесение гидратированных свекольных порошков в любой дозировке с точки зрения повышения бродной активности дрожжей, более эффективно, чем морковных, что можно объяснить разной вязкостью гидратированных порошков. Коэффициент динамической вязкости свекольного и морковного порошка при гидромодуле 1:5 и измеренная на Вискозиметре Thermo Viscotester 7L plus. При шпинделе R<sub>4</sub> и количестве оборотов n-12 об/мин<sup>-1</sup>, вязкость свекольного порошка составила 120 мПа×с, а порошка моркови -520 мПа×с.

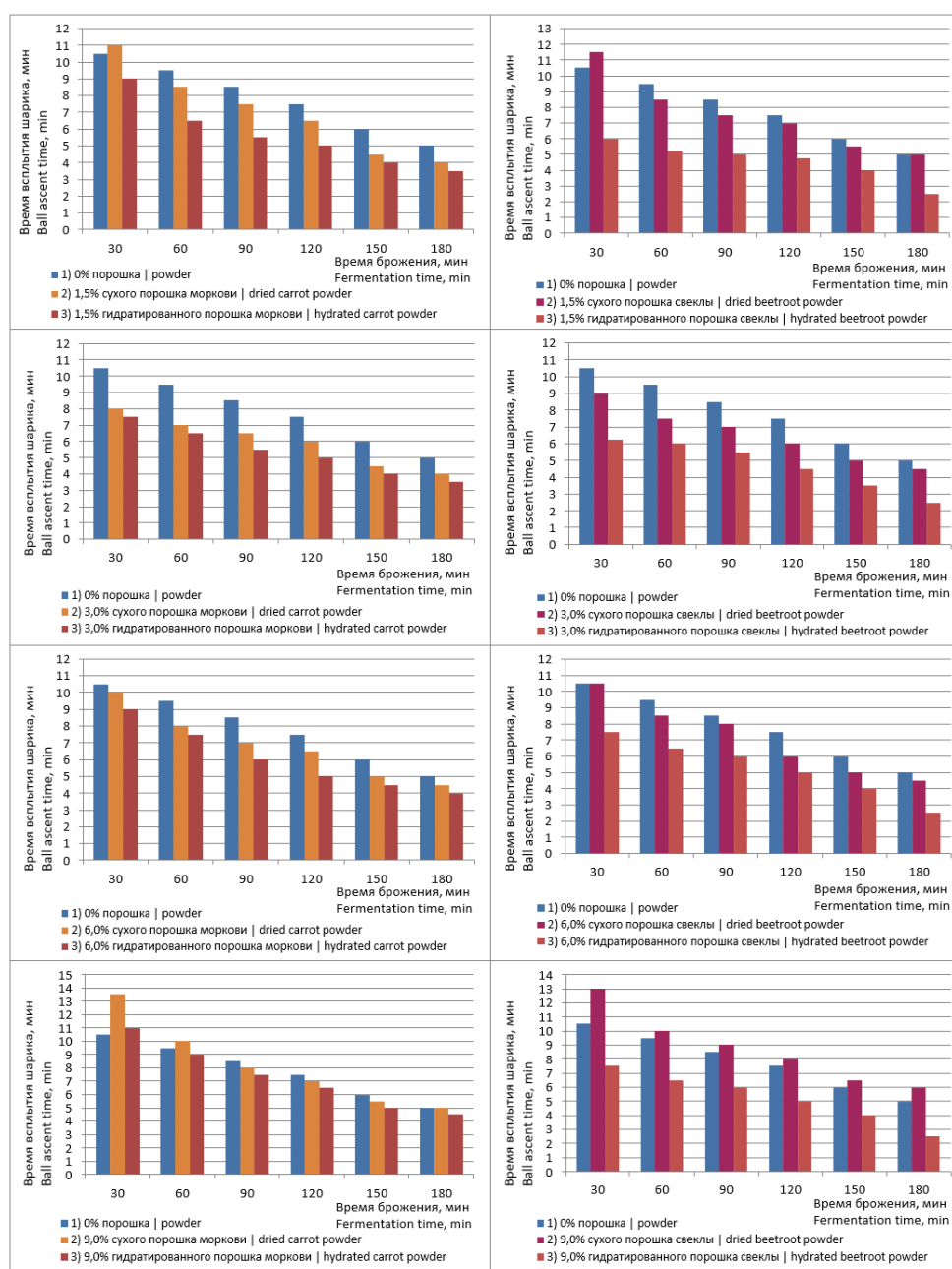


Рисунок 2. Изменение активности дрожжей с сухими и гидратированными порошками моркови и свеклы в зависимости дозировки и времени брожения

Figure 2. Change in yeast activity with dry and hydrated carrot and beetroot powders depending on the dosage and fermentation time

### Заключение

Результаты, полученные в данном исследовании, говорят о целесообразности перед внесение порошков моркови и свеклы в опару проводить гидратацию порошков, потому что подобная подготовка порошков позволит

повысить бродильную активность дрожжей и сократить время приготовления опары. Более того, необходимо продолжить исследования и оценить эффективность проведения гидратации порошков перед их внесением в тесто.

### Литература

- 1 Зубкова Т.В., Захаров В.Л. Использование тонкодисперсных порошков из моркови и тыквы в технологии хлебопечения // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2016. № 1. С. 84–89.
- 2 Невская Е.В., Зуева А.Г., Беляев А.Г. Использование экстракта и порошка кипрея узколистного в рецептуре хлебобулочных изделий // Техника и технология пищевых производств. 2020. Т.50 № 1. С. 61–69.
- 3 Домбровская Я.П., Аралова С.И., Текутьева Ю.А., Денисова А.А. Перспективы применения нетрадиционного растительного сырья для повышения биологической ценности мучных кондитерских изделий // Пищевая промышленность. 2017. № 7. С. 19–21.
- 4 Кононенко В.В., Черных В.Я., Годунов О.А., Гербел Д. Калориметрические методы исследования состояния биополимеров растительных порошков // Вестник Юр ГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2019. Т. 7. С. 39–54.
- 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 Seo E.O., Ko S.H. Quality characteristics of muffins containing beet powder // Culinary science and hospitality research. 2014. V. 20. №. 1. P. 27-37.
- 7 Douglass I., Harrowell P. Kinetics of Dissolution of an Amorphous Solid // J. Phys Chem B. 2018. V. 122(8). P. 2425–2433. doi: 10.1021/acs.jpcc.7b12243
- 8 Drake A.C., Lee Y., Burgess E.M., Karlsson J.O.M. et al. Effect of water content on the glass transition temperature of mixtures of sugars, polymers, and penetrating cryoprotectants in physiological buffer // PLoS One. 2018. V 13.1. doi: 10.1371/journal.pone.0190713.
- 9 Аллерт А.А., Адышевская М.Н. Научное обоснование применения овощных масс свеклы, моркови, петрушки в технологии хлебобулочных изделий // Известия КГТУ. 2017. № 45. С. 125–135.
- 10 Корякина С.Я., Ладнова О.Л., Лобок И.С., Микаелян А.В. Обоснование создания функциональных хлебобулочных изделий с применением смеси порошков тыквы и моркови // Хлебопродукты. 2018. С. 60–62.
- 11 Ha S.R., Choi J.S., Jin S.K. The physicochemical properties of pork sausages with red beet powder // Journal of Life Science. 2015. V. 25. №. 8. P. 896-902.
- 12 Gong Y., Deng G., Han C., Ning X. Process optimization based on carrot powder color characteristics // Engineering in agriculture, environment and food. 2015. V. 8. №. 3. P. 137-142. doi: 10.1016/j.eaef.2015.07.005
- 13 Kassymov S., Rebezov M., Ikonnikova A., Fedin I. et al. Using of pumpkin and carrot powder in production of meat cutlets: effect on chemical and sensory properties // International Journal of Psychosocial Rehabilitation. 2020. V. 24. №. 4. P. 1607-1613. doi: 10.37200/IJPR/V24I4/PR201274
- 14 Alvarado-Ramírez M., Santana-Gálvez J., Santacruz A., Carranza-Montealvo L.D. et al. Using a functional carrot powder ingredient to produce sausages with high levels of nutraceuticals // Journal of food science. 2018. V. 83. №. 9. P. 2351-2361. doi: 10.1111/1750-3841.14319
- 15 Jalgaonkar K., Jha S.K., Mahawar M.K. Influence of incorporating defatted soy flour, carrot powder, mango peel powder, and moringa leaves powder on quality characteristics of wheat semolina-pearl millet pasta // Journal of Food Processing and Preservation. 2018. V. 42. №. 4. P. e13575. doi: 10.1111/jfpp.13575
- 16 Sule S., Oneh A.J., Agba I.M. Effect of carrot powder incorporation on the quality of pasta // MOJ Food Process Technol. 2019. V. 7. №. 3. P. 99-103.
- 17 Öztürk-Kerimoğlu B., Kara A., Urgu-Öztürk M., Serdaroğlu M. A new inverse olive oil emulsion plus carrot powder to replace animal fat in model meat batters // LWT. 2021. V. 135. P. 110044. doi: 10.1016/j.lwt.2020.110044
- 18 Salehi F., Kashaninejad M., Akbari E., Sobhani S.M. et al. Potential of sponge cake making using infrared-hot air dried carrot // Journal of texture studies. 2016. V. 47. №. 1. P. 34-39. doi: 10.1111/jtxs.12165
- 19 Santana-Gálvez J., Pérez-Carrillo E., Velázquez-Reyes H.H., Cisneros-Zevallos L. et al. Application of wounding stress to produce a nutraceutical-rich carrot powder ingredient and its incorporation to nixtamalized corn flour tortillas // Journal of Functional Foods. 2016. V. 27. P. 655-666. doi: 10.1016/j.jff.2016.10.020
- 20 Phebean I.O., Akinyele O., Toyin A., Folasade O. et al. Development and quality evaluation of carrot powder and cowpea flour enriched biscuits // International Journal of Food Science and Biotechnology. 2017. V. 2. №. 2. P. 67-72. doi: 10.11648/j.ijfsb.20170203.15

### References


- 1 Zubkova T.V., Zakharov V.L. The use of finely dispersed powders from carrots and pumpkins in bakery technology. Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University. 2016. no. 1. pp. 84–89. (in Russian).
- 2 Nevskaya E.V., Zueva A.G., Belyaev A.G. The use of extract and powder of fireweed angustifolia in the recipe of bakery products. Technique and technology of food production. 2020. vol. 50. no. 1. pp. 61–69. (in Russian).
- 3 Dombrovskaya Ya.P., Aralova S.I., Tekutyeva Yu.A., Denisova A.A. Prospects for the use of non-traditional vegetable raw materials to increase the biological value of flour confectionery. Food industry. 2017. no. 7. pp. 19–21. (in Russian).
- 4 Kononenko V.V., Chernykh V.Ya., Godunov O.A., Gerbel D. Calorimetric methods for studying the state of biopolymers of plant powders. Vestnik Yur GU. Series "Food and Biotechnology". 2019. vol. 7. pp. 39–54. (in Russian).




- 5 Gryazina F.I., Danilova O.A., Emelyanova T.N. The use of natural enrichers in the technology of low-moisture bakery products. *Bulletin of the Mari State University*. 2016. vol. 2. no. 2(6). pp. 15–19. (in Russian).
- 6 Seo E.O., Ko S.H. Quality characteristics of muffins containing beet powder. *Culinary science and hospitality research*. 2014. vol. 20. no. 1. pp. 27–37.
- 7 Douglass I., Harrowell P. Kinetics of Dissolution of an Amorphous Solid. *J. Phys Chem B*. 2018. vol. 122(8). pp. 2425–2433. doi:10.1021/acs.jpbc.7b12243 (in Russian).
- 8 Drake A.C., Lee Y., Burgess E.M., Karlsson J.O.M. et al. Effect of water content on the glass transition temperature of mixtures of sugars, polymers, and penetrating cryoprotectants in physiological buffer. *PLoS One*. 2018. vol. 13.1. doi: 10.1371/journal.pone.0190713 (in Russian).
- 9 Allert A.A., Adshevskaya M.N. Scientific substantiation of the use of vegetable masses of beets, carrots, parsley in the technology of bakery products. *Izvestiya KSTU*. 2017. no. 45. pp. 125–135. (in Russian).
- 10 Koryachkina S.Ya., Ladnova O.L., Lobok I.S., Mikaelyan A.V. Substantiation of the creation of functional bakery products using a mixture of pumpkin and carrot powders. *Khleboпродукты*. 2018. pp. 60–62. (in Russian).
- 11 Ha S.R., Choi J.S., Jin S.K. The physicochemical properties of pork sausages with red beet powder. *Journal of Life Science*. 2015. vol. 25. no. 8. pp. 896–902.
- 12 Gong Y., Deng G., Han C., Ning X. Process optimization based on carrot powder color characteristics. *Engineering in agriculture, environment and food*. 2015. vol. 8. no. 3. pp. 137–142. doi: 10.1016/j.eaef.2015.07.005
- 13 Kassymov S., Rebezov M., Ikonnikova A., Fedin I. et al. Using of pumpkin and carrot powder in production of meat cutlets: effect on chemical and sensory properties. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*. 2020. vol. 24. no. 4. pp. 1607–1613. doi: 10.37200/IJPR/V24I4/PR201274
- 14 Alvarado-Ramírez M., Santana-Gálvez J., Santacruz A., Carranza-Montealvo L.D. et al. Using a functional carrot powder ingredient to produce sausages with high levels of nutraceuticals. *Journal of food science*. 2018. vol. 83. no. 9. pp. 2351–2361. doi: 10.1111/1750-3841.14319
- 15 Jalgaonkar K., Jha S.K., Mahawar M.K. Influence of incorporating defatted soy flour, carrot powder, mango peel powder, and moringa leaves powder on quality characteristics of wheat semolina-pearl millet pasta. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2018. vol. 42. no. 4. pp. e13575. doi: 10.1111/jfpp.13575
- 16 Sule S., Oneh A.J., Agba I.M. Effect of carrot powder incorporation on the quality of pasta. *MOJ Food Process Technol*. 2019. vol. 7. no. 3. pp. 99–103.
- 17 Öztürk-Kerimoğlu B., Kara A., Urgu-Öztürk M., Serdaroglu M. A new inverse olive oil emulsion plus carrot powder to replace animal fat in model meat batters. *LWT*. 2021. vol. 135. pp. 110044. doi: 10.1016/j.lwt.2020.110044
- 18 Salehi F., Kashaninejad M., Akbari E., Sobhani S.M. et al. Potential of sponge cake making using infrared-hot air dried carrot. *Journal of texture studies*. 2016. vol. 47. no. 1. pp. 34–39. doi: 10.1111/jtxs.12165
- 19 Santana-Gálvez J., Pérez-Carrillo E., Velázquez-Reyes H.H., Cisneros-Zevallos L. et al. Application of wounding stress to produce a nutraceutical-rich carrot powder ingredient and its incorporation to nixtamalized corn flour tortillas. *Journal of Functional Foods*. 2016. vol. 27. pp. 655–666. doi: 10.1016/j.jff.2016.10.020
- 20 Phebean I.O., Akinyele O., Toyin A., Folasade O. et al. Development and quality evaluation of carrot powder and cowpea flour enriched biscuits. *International Journal of Food Science and Biotechnology*. 2017. vol. 2. no. 2. pp. 67–72. doi: 10.11648/j.ijfsb.20170203.15

#### Сведения об авторах


**Антон В. Тихий** аспирант, факультет биотехнологий, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, 197101, Россия, antontikhov@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0890-3728>

**Надежда В. Баракова** к.т.н., доцент, факультет биотехнологий, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, 197101, Россия, n.barakova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7296-8609>

**Евгений А. Самоделькин** ведущий специалист, Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей», ул. Шпалерная, 49, Санкт-Петербург, 191015, Россия, smdlkn@inbox.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9576-4940>

#### Вклад авторов


Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

#### Конфликт интересов


Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Information about authors


**Anton V. Tikhov** graduate student, faculty of biotechnology, Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, 197101, Russia, St. Petersburg, Lomonosova ave. 9, antontikhov@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0890-3728>

**Nadezhda V. Barakova** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, faculty of biotechnology, Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, 197101, Russia, St. Petersburg, Lomonosova ave. 9, n.barakova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7296-8609>

**Evgeny A. Samodelkin** leading specialist, Research Institution Research Center 'Kurchatov Institute', Central Research Institute for Engineering Materials Prometey, st. Shpalernaya 49, St. Petersburg, 191015, Russia, smdlkn@inbox.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9576-4940>

#### Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 06/12/2021	После редакции 27/12/2021	Принята в печать 25/01/2022
Received 06/12/2021	Accepted in revised 27/12/2021	Accepted 25/01/2022