

Влияние пищевых добавок на структуру теста

| | | | |
|-----------------------|--------------|--|---|
| Анна Т. Васюкова | ¹ | vasyukova-at@yandex.ru |  0000-0002-7374-4145 |
| Ирина У. Кусова | ¹ | kusovaiu@mgupp.ru |  0000-0001-8022-7229 |
| Александр Е. Алексеев | ² | sas5791@mail.ru |  0000-0003-4937-2430 |
| Александр В. Мошкин | ² | aldahaev@gmail.ru |  0000-0001-5607-0364 |
| Танзиля Р. Любецкая | ¹ | ltanzilya@yandex.ru |  0000-0002-1078-9311 |

¹ Московский государственный университет пищевых производств, 11, Волоколамское шоссе, Москва, 125080, Россия

² Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, ул. Земляной вал, 73, г. Москва, 109004, Россия

Аннотация. В статье представлены данные о влиянии добавок предварительно обработанного порошка из растительного сырья на структуру дрожжевого теста. Выявлена активность солода из ржи, пшеницы, ячменя сорта «Эльф», сои, гороха и тритикале в зависимости от разных концентраций субстрата. Получены две важнейшие характеристики – константа Михаэлиса и зависимость скорости реакции от концентрации субстрата. Исследования амилолитической активности тритикалевого солода на пшеничной муке показали, что сахарообразующая способность муки увеличивается при добавлении сухого тритикалевого солода. При проведении реакции с использованием не дистиллированной, а водопроводной воды активность амилазы еще больше возрастает, что не является неожиданным в соответствии с проведенными экспериментами. Наибольшее значение происходящих во время замеса теста процессов: физико-механических, коллоидных и биохимических можно объяснить набуханием водонерастворимых белков, которые образуют в тесте трехмерную губчато-сетчатую структуру. Это и определяет растяжимость и эластичность теста. Крахмальные зерна муки адсорбционно связывают большое количество воды. Значительное количество воды поглощается также пентозанами муки. Наибольшим значением кислотности характеризовались пробы с ржаным солодом, внесенные в дозировке 1–3% к массе муки. Внесение солодового препарата отразилось и на структурно-механических свойствах мякиша. Упругие деформации при увеличении дозировки солода снижаются, в отличие от пластических деформаций. К применению в хлебопечении, по данным комплексной оценки, рекомендован ячменный солод в дозировке 3% к массе муки.

Ключевые слова: БАД, пищевые продукты, мука, тесто, солод, структура, свойства.

Effect of food additives on the structure of the dough

| | | | |
|-------------------------|--------------|--|---|
| Anna T. Vasyukova | ¹ | vasyukova-at@yandex.ru |  0000-0002-7374-4145 |
| Irina U. Kusova | ¹ | kusovaiu@mgupp.ru |  0000-0001-8022-7229 |
| Alexander E. Alekseev | ² | sas5791@mail.ru |  0000-0003-4937-2430 |
| Alexander V. Moshkin | ² | aldahaev@gmail.ru |  0000-0001-5607-0364 |
| Tanzilya R. Lyubetskaya | ¹ | ltanzilya@yandex.ru |  0000-0002-1078-9311 |

¹ Moscow State University of Food Production, 11, Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russia

² Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky, 73, Zemlyanoy Val Str., Moscow, 109004, Russia

Abstract. The article presents data on the effect of additives of pre-processed powder from plant raw materials on the structure of yeast dough. In the activity of malt from rye, wheat, barley of the "Elf" variety, soybeans, peas and triticale, depending on different concentrations of the substrate. Two important characteristics are obtained – the Michaelis constant and the dependence of the reaction rate on the concentration of substrate. Studies of the amylolytic activity of tritical malt on wheat flour have shown that the sugar-forming ability of flour increases with the addition of dry tritical malt. When carrying out a reaction using not distilled, but tap water, the activity of amylase increases even more, which is not unexpected in accordance with the experiments conducted. The greatest significance of the processes occurring during the kneading of the test: physico-mechanical, colloidal and biochemical can be explained by the swelling of water-insoluble proteins, which form a three-dimensional spongy-mesh structure in the dough. This determines the extensibility and elasticity of the dough. Starch grains of flour adsorption binds a large amount of water. A significant amount of water is also absorbed by rye flour pentozans. The highest value of acidity was characterized by samples with rye malt, introduced in a dosage of 1–3% by weight of flour. The introduction of malt preparation was also reflected in the structural and mechanical properties of the crumb. Elastic deformations with an increase in the dosage of malt are reduced, in contrast to plastic deformations. For use in baking, according to a comprehensive assessment, barley malt is recommended at a dosage of 3% to the mass of flour.

Keywords: dietary supplement, food products, flour, dough, malt, structure, properties.

Для цитирования

Васюкова А.Т., Кусова И.У., Алексеев А.Е., Мошкин А.В., Любецкая Т.Р. Влияние пищевых добавок на структуру теста // Вестник ВГУИТ. 2022. Т. 84. № 1. С. 196–201. doi:10.20914/2310-1202-2022-1-196-201

For citation

Vasyukova A.T., Kusova I.U., Alekseev A.E., Moshkin A.V., Lyubetskaya T.R. Effect of food additives on the structure of the dough. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2022. vol. 84. no. 1. pp. 196–201. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2022-1-196-201

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

Введение

Введение пищевых ингредиентов в рецептуру хлебобулочных изделий должно не только повышать их пищевую ценность, но и обеспечить необходимые потребительские свойства [1–3, 5–7]. По этой причине при разработке обогащенных хлебобулочных изделий необходимо отслеживать влияние вновь вводимых добавок на хлебопекарные свойства муки, технологические свойства теста, процессы брожения и т. д.

Сформированность требуемых характеристик качества хлебобулочных изделий определяется основными режимами и параметрами ведения всех технологических операций производства. Прогнозирование и обеспечение качества хлеба возможны только при строгом контроле технологических свойств основного сырья и всех этапов производства [2, 5, 9].

Известно, что качество хлебобулочных изделий зависит от целого комплекса факторов и процессов, как участвующих в формировании свойств готовой продукции, так и определяющих сохранность потребительских характеристик при хранении. Наиболее значимыми являются биохимические и коллоидные изменения, происходящие с биополимерами муки в процессе созревания теста [4, 11].

Основным фактором, характеризующим хлебопекарные свойства пшеничной муки, является, прежде всего, клейковина, которая сочетает в себе структурно-механические свойства глиадиновой и глютениновой фракций [8, 11]. Известно, что при замесе теста клейковина образует непрерывную фазу пшеничного теста, в процессе спиртового брожения удерживает углекислый газ, обеспечивая хорошее разрыхление теста, а при выпечке набухшие белки клейковины подвергаются необратимой денатурации и закрепляют пористую структуру хлеба.

Вместе с тем, белки пшеничного теста представляют собой весьма лабильные коллоиды, и их реологические свойства могут сильно изменяться под влиянием различных химических и физических воздействий. Анализ существующих результатов исследований влияния различных факторов на реологические свойства отмытой клейковины и теста позволяет выделить группу веществ, не влияющих на свойства изолированной клейковины, но при этом повышающих эластичность и снижающих растяжимость теста. Кроме того, существуют данные о значительных различиях веществ, изменяющих реологию теста, по скорости проявления эффекта воздействия, некоторые из них оказывают влияние уже в момент замеса теста, а для проявления других требуется не менее часа времени [5, 11].

Таким образом, прогностическая оценка показателей качества хлеба, таких как достаточный объем, правильная форма, эластичный мякиш с равномерной пористостью определяются, в первую очередь, физическими свойствами теста [11]. Реологические свойства теста – это комплексный показатель, который описывает состояние и поведение теста при замесе и в течении всего технологического процесса. Имея информацию, какова растяжимость теста, его упругость, водопоглотительная способность – можно судить о характеристиках и качестве готового продукта.

Динамика реологических испытаний стала приоритетным подходом для изучения структуры и фундаментальных свойств теста из пшеничной муки. Так как это свойства является характеризующим фактором, ответственных за разные вариации структуры теста, а также протеинов в его составе. Для оптимизации качественных показателей хлебобулочных изделий необходим обобщающий критерий, по которому можно прогнозировать свойства изделий и определять пути их регулирования. Таким критерием может служить вязкость, липкость, упругие и пластические деформации теста [12].

В рамках настоящих исследований изучалась возможность обогащения хлебобулочных изделий пищевыми ингредиентами направленного действия – солодовыми препаратами на основе зернового и бобового сырья.

Цель работы – изучение влияния пищевых добавок на реологические характеристики теста из пшеничной муки.

Материалы и методы

Солод из зерновых и бобовых культур готовили по разработанной технологии. Сырьем служили пшеница, тритикале, рожь, ячмень, горох и соя. В работе использовали солод указанных культур. Тесто готовилось по ранее разработанным и апробированным рецептурам. В соответствии с целью и задачами данной работы методами исследований служили: общепринятые, стандартные и оригинальные, в том числе органолептические, биохимические, реологические и физико-химические. Для оценки вязкоупругих свойств теста применяли прибор «Структурометр СТ-2». Были получены кривые релаксации путем математической обработки экспоненциальной кривой релаксации механических напряжений, возникающих на цилиндрическом инденторе при его внедрении в тесто.

Амилолитическую активность всех полученных солодов определяли колориметрически на КФК-2 в динамике при разных значениях рН-среды, температуры, концентрации субстрата и фермента.

Результаты и обсуждение

В нашей стране не снижается интерес к солодовым препаратам, но в производстве солода существует ряд проблем. На современном этапе развития отечественного получения солодов в условиях обострения конкуренции на российском рынке, как среди отечественных, так и зарубежных производителей солода на первый план стали проблемы повышения качества и функционирования солодовенных производств. Поэтому, выполненные исследования по определению ферментативной активности различных видов солода являются актуальными. В результате исследования активности солода из ржи, пшеницы, ячменя сорта «Эльф», сои, гороха и тритикале в зависимости от разных концентраций субстрата получены две важнейшие характеристики – это константа Михаэлиса и зависимость скорости реакции от концентрации субстрата, описываемую уравнением Михаэлиса-Ментена [13–17].

Установлено, что максимальная амилолитическая активность зерновых и бобовых солодов была максимальной при 40°С. Нарастание и спад амилолитической активности бобовых и зерновых солодовых препаратов существенно отличаются. Вместе с тем полученные данные согласуются с мнением ученых, работающих в этой области.

Исследование влияния рН среды на амилолитическую активность солода из зерновых и бобовых препаратов показало, что максимальная величина наблюдалась у всех препаратов при рН 5,5. Протекаемые процессы изменения амилолитической активности различных солодовых препаратов в зависимости от рН среды могут быть описаны следующими уравнениями:

– тритикалевый солод:

$$y = -1,146x^2 + 119,97x + 686,79; R^2 = 0,9202;$$

– пшеничный солод:

$$y = -1,8348x^2 + 190,7x + 767,86; R^2 = 0,9479;$$

– ржаной солод:

$$y = -1,3862x^2 + 144,97x + 708,93; R^2 = 0,9298;$$

– ячменный солод:

$$y = -0,4893x^2 + 52,51x + 700; R^2 = 0,9845;$$

– соевый солод:

$$y = -0,0835x^2 + 11,591x - 648,21; R^2 = 0,8725;$$

– гороховый солод:

$$y = -0,0804x^2 + 11,179x - 635,71; R^2 = 0,9687.$$

$$F_{рас} = d \text{ is1/dis2; } F_{таб} (0, 05, 5, 4) = 6,26$$

$F_{рас} > F_{таб} (0, 05, 5, 4)$, следовательно, уравнение регрессии значимо.

Полученные данные позволяют считать, что степень ионизации ионогенных групп в активном центре фермента была наибольшей у тритикалевого солода, а наименьшей – у солода из гороха. Это позволяет считать, что неодина-

ковое сродство фермента и субстрата, поэтому различная каталитическая активность. Об этом свидетельствуют полиномиальные графики зависимости амилолитической активности зерновых и бобовых солодовых препаратов от рН среды при максимальной достоверности аппроксимации – $R^2 = 1$.

При этом константа Михаэлиса находится в пределе 0,3–0,6 г/дл. В соответствии с уравнением скорости реакции от концентрации субстрата, описываемой уравнением Михаэлиса-Ментена: Y тритикалевого солода – 2,76 ед./с; v пшеничного солода – 2,28 ед./с; v ячменного солода – 1,89 ед./с; v ржаного солода – 1,94 ед./с; v горохового солода – 0,74 ед./с; v соевого солода – 0,51 ед./с;

Исследования амилолитической активности тритикалевого солода на пшеничной муке показали, что сахарообразующая способность муки увеличивается при добавлении сухого тритикалевого солода. При проведении реакции с использованием не дистиллированной, а водопроводной воды активность амилаз еще больше возрастает, что не является неожиданным в соответствии с проведенными экспериментами.

В качестве критерия хлебопекарного достоинства пшеничной муки мы выбрали качество ее клейковины, определяемое по расплываемости шарика из 10 г. клейковины после часовой отлежки (таблица 1) и изменению цвета (таблица 2).

Добавление солодовых препаратов в количестве 3,0% вызывает небольшое потемнение муки, что в единицах шкалы прибора указывает на светло – желтый цвет. Полученные данные по цвету пшеничной муки с добавками ферментных препаратов из зерновых и бобовых культур свидетельствуют в пользу концентрации в 1,0–3,0%.

Объем клейковины после часовой отлежки указывает на активность протеолитических ферментов. Наибольшей протеолитической активностью обладают солоды высокобелковых бобовых семян: сои и гороха. Наименьшей – из злаковых культур: тритикале, пшеницы и ржи. Ячмень занимает в этом ряду срединную позицию, обладая в близкой степени как протеолитической, так и глюколитической активностью.

Эти данные подтверждены и исследованиями структурно-механических свойств теста. Получено, что при концентрации солода гороха и сои 3% упругая деформация резко снижается, что подтверждает протеолитическую деструкцию клейковины. При этом протеолитическая деструкция солодом злаковых культур, и в особенности, тритикале – не проявляется в достаточной степени, что указывает на их низкую протеолитическую активность при всех исследованных концентрациях.

Таблица 1.

Зависимость расплываемости отмытого из пшеничной муки шарика клейковины от концентрации солодовых препаратов из зерновых и бобовых культур

Table 1.

The dependence of the spreadability of the gluten ball washed from wheat flour on the concentration of malt preparations from cereals and legumes

| Концентрация добавки, % Additive Concentration, % | Диаметр шарика, мм Ball diameter, mm | | | | | |
|--|--|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| | Солод тритикалевый Triticale malt | Солод пшеничный Wheat malt | Солод ржаной Rye malt | Солод ячменный Barley malt | Солод гороховый Pea malt | Солод соевый Soy malt |
| 0 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 |
| 0,25 | 46 | 44 | 43 | 42 | 42 | 42 |
| 0,5 | 48 | 45 | 45 | 43 | 43 | 43 |
| 0,75 | 49 | 46 | 48 | 46 | 46 | 46 |
| 1,0 | 82 | 98 | 78 | 69 | 49 | 49 |
| 2,0 | 101 | 100 | 82 | 80 | 58 | 53 |
| 3,0 | 102 | 101 | 98 | 88 | 68 | 60 |

Таблица 2.

Показатели белизны пшеничной муки с добавками ферментных препаратов из зерновых и бобовых культур (в условных единицах шкалы прибора РЗ-БПЛ)

Table 2.

Indicators of whiteness of wheat flour with additives of enzyme preparations from cereals and legumes (in conventional units of the scale of the device RZ-BPL)

| Концентрация добавки, % Additive Concentration, % | Показания измерения при светофилтре ОС-14 Measurement readings with filter OS 14 | | | | | |
|--|--|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| | Солод тритикалевый Triticale malt | Солод пшеничный Wheat malt | Солод ржаной Rye malt | Солод ячменный Barley malt | Солод гороховый Pea malt | Солод соевый Soy malt |
| 0 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| 0,25 | 27 | 25 | 25 | 26 | 23 | 23 |
| 0,5 | 25 | 27 | 27 | 26 | 25 | 23 |
| 0,75 | 24 | 29 | 29 | 27 | 27 | 25 |
| 1,0 | 32 | 31 | 30 | 30 | 31 | 27 |
| 2,0 | 51 | 53 | 52 | 52 | 52 | 51 |
| 3,0 | 54 | 54 | 51 | 52 | 52 | 52 |

Наибольшее значение происходящих во время замеса теста процессов: физико-механических, коллоидных и биохимических можно объяснить набуханием водонерастворимых белков, которые образуют в тесте трехмерную губчато-сетчатую структуру. Это и определяет растяжимость и эластичность теста. Крахмальные зерна муки адсорбционно связывают большое количество воды. Значительное количество воды поглощается также пентозанами ржаной муки. Перечисленные процессы обуславливают повышение вязкости, липкости, снижения упругих деформаций и возрастания пластических деформаций. Механическое воздействие на тесто во время его замеса и разделки интенсифицирует протекание процессов.

Заключение

Результаты проведенных исследований показали, что пищевые ингредиенты на основе зерновых и бобовых солодов оказывают некоторое влияние на общую, пластичную и упругую деформацию теста из пшеничной муки высшего сорта. При этом сдвиг значений по отношению к контролю составляет не более 10%. Наиболее выражено влияние пищевых ингредиентов в составе пшеничного теста с ячменным солодом при концентрации 3%.

Таким образом, полученные результаты позволяют рекомендовать применение пищевых ингредиентов на основе солодов в технологии производства обогащенных хлебобулочных изделий с ухудшенными потребительскими свойствами готовых изделий.

Литература

- 1 Аникеева Н.В. Хлеб «Нуговый» с лечебно-профилактическими свойствами // Хлебопечение России. 2003. № 1. С. 36–37.
- 2 Калинина И.В., Фаткуллин Р.И., Иванова Д., Киселова-Канева Й. Исследование влияния пищевых ингредиентов на основе дигидрокверцетина на реологические свойства теста для хлебобулочных изделий // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2019. Т. 7. № 1. С. 21–30.

- 3 Богатырева Т.Г., Пучкова Л.И., Жамукова Ж.М. Влияние флавоноидов экстракта зеленого чая на качество теста // Пищевая промышленность. 2006. № 1. С. 17–18.
- 4 Болтенко Ю.А. Определение реологических свойств мякиша хлебобулочных изделий // Хлебопродукты. 2008. № 12. С. 58–59.
- 5 Bearth A., Cousin M.E., Siegrist M. The consumer's perception of artificial food additives: Influences on acceptance, risk and benefit perceptions // Food quality and preference. 2014. V. 38. P. 14-23. doi: 10.1016/j.foodqual.2014.05.008
- 6 Wu L., Zhong Y., Shan L., Qin W. Public risk perception of food additives and food scares. The case in Suzhou, China // Appetite. 2013. V. 70. P. 90-98. doi: 10.1016/j.appet.2013.06.091
- 7 Fu Z., Chen J., Luo S.J., Liu C.M. et al. Effect of food additives on starch retrogradation: A review // Starch-Stärke. 2015. V. 67. №. 1-2. P. 69-78.
- 8 Carocho M., Morales P., Ferreira I.C.F.R. Sweeteners as food additives in the XXI century: A review of what is known, and what is to come // Food and Chemical Toxicology. 2017. V. 107. P. 302-317.
- 9 Maqsood S., Benjakul S., Shahidi F. Emerging role of phenolic compounds as natural food additives in fish and fish products // Critical reviews in food science and nutrition. 2013. V. 53. №. 2. P. 162-179. doi: 10.1080/10408398.2010.518775
- 10 Корулькин Д.Ю., Абилов Ж.А., Муzychкина Р.А., Толстиков Г.А. Природные флавоноиды. Новосибирск: Тео, 2007. 232 с.
- 11 Надеева А.А., Мясникова Е.Н. Влияние пищевых добавок разного принципа действия, улучшающих структуру теста и качество хлебобулочных изделий // Инновационные подходы в современной науке. 2019. С. 53-60.
- 12 Шокаблинова А.М., Тарабаев Б.К. Влияние пищевых добавок на реологические свойства теста // Международный студенческий научный вестник. 2016. №. 3-1. С. 154-155. URL: <https://scienceforum.ru/2016/article/2016025006>
- 13 Васюкова А.Т., Мошкин А.В. Способы активации дрожжей при производстве опарного теста // Качество и экологическая безопасность пищевых продуктов и производств. 2016. С. 63–67.
- 14 Vasyukova A.T., Alekseev A.E., Moshkin A.V., Bondarenko Yu.V. et al. Relationship of strength of emulsions with content of oil in aqueous solutions of corn flour and dry milk // International Journal of Pharmaceutical Research. 2020. V. 12. № 4. P. 1797–1804.
- 15 Алексеев А.Е., Мошкин А.В., Васюкова А.Т., Славянский А.А. Использование натуральных растительных БАД в мучных кулинарных изделиях // Science and education in the modern world: challenges of the XXI century. 2019. С. 289–293.
- 16 Vasyukova A.T., Ganina V.I., Egorova S.A., Moshkin A.V. et al. The dietary supplement: composition, control and functional properties // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2020. V. 12. P. 903–906. doi: 10.5373/JARDCS/V12SP4/20201560
- 17 Vasyukova A.T., Kononenko M.M., Alekseev A.E., Moshkin A.V. et al. Influence of malt on the intensity of the enzymatic processes // Journal of Critical Reviews. 2020. V. 7. № 7. P.479–482. doi: 10.31838/jcr.07.07.83
- 18 Ployetchara T., Suwannaporn P., Pechyen C., Gohtani S. Retrogradation of rice flour gel and dough: plasticization effects of some food additives // Cereal Chemistry. 2015. V. 92. №. 2. P. 198-203. doi: 10.1094/CCHEM-07-14-0165-R
- 19 Gioia L.C., Ganancio J.R., Steel C.J. Food additives and processing aids used in breadmaking // Food additives. Rijeka, Croatia: IntechOpen, 2017. P. 147-166.
- 20 Vasukova A.T., Adzhian E.A., Strocova A.S., Moshkin A.V. Influence of food additives for quality indicator of yeast dough // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2021. V. 677. №. 3. P. 032021.

References

- 1 Anikeeva N.V. Bread "Chickpea" with therapeutic and prophylactic properties. Bakery of Russia. 2003. no. 1. pp. 36–37. (in Russian).
- 2 Kalinina I.V., Fatkullin R.I., Ivanova D., Kiselova-Kaneva Y. Study of the effect of food ingredients based on dihydroquercetin on the rheological properties of dough for bakery products. Vestnik SUSU. Series "Food and Biotechnology". 2019. vol. 7. no. 1. pp. 21–30. (in Russian).
- 3 Bogatyreva T.G., Puchkova L.I., Zhamukova Zh.M. Influence of flavonoids of green tea extract on the quality of dough. Food industry. 2006. no. 1. pp. 17–18. (in Russian).
- 4 Boltenko Yu.A. Determination of the rheological properties of the crumb of bakery products. Khleboпродукты. 2008. no. 12. pp. 58–59. (in Russian).
- 5 Bearth A., Cousin M.E., Siegrist M. The consumer's perception of artificial food additives: Influences on acceptance, risk and benefit perceptions. Food quality and preference. 2014. vol. 38. pp. 14-23. doi: 10.1016/j.foodqual.2014.05.008
- 6 Wu L., Zhong Y., Shan L., Qin W. Public risk perception of food additives and food scares. The case in Suzhou, China. Appetite. 2013. vol. 70. pp. 90-98. doi: 10.1016/j.appet.2013.06.091
- 7 Fu Z., Chen J., Luo S.J., Liu C.M. et al. Effect of food additives on starch retrogradation: A review. Starch-Stärke. 2015. vol. 67. no. 1-2. pp. 69-78.
- 8 Carocho M., Morales P., Ferreira I.C.F.R. Sweeteners as food additives in the XXI century: A review of what is known, and what is to come. Food and Chemical Toxicology. 2017. vol. 107. pp. 302-317.
- 9 Maqsood S., Benjakul S., Shahidi F. Emerging role of phenolic compounds as natural food additives in fish and fish products. Critical reviews in food science and nutrition. 2013. vol. 53. no. 2. pp. 162-179. doi: 10.1080/10408398.2010.518775
- 10 Korulkin D.Yu., Abilov Zh.A., Muzychkina R.A., Tolstikov G.A. natural flavonoids. Novosibirsk, Teo, 2007. 232 p. (in Russian).
- 11 Nadeeva A.A., Myasnikova E.N. Influence of food additives of different principles of action, improving the structure of the dough and the quality of bakery products. Innovative approaches in modern science. 2019. pp. 53-60. (in Russian).

12 Shokabalinova A.M., Tarabaev B.K. Influence of food additives on the rheological properties of dough. International Student Scientific Bulletin. 2016. no. 3-1. pp. 154-155. Available at: <https://scienceforum.ru/2016/article/2016025006> (in Russian).

13 Vasyukova A.T., Moshkin A.V. Methods for activating yeast in the production of sponge dough. Quality and environmental safety of foodstuffs and production. 2016. pp. 63–67. (in Russian).

14 Vasyukova A.T., Alekseev A.E., Moshkin A.V., Bondarenko Yu.V. et al. Relationship of strength of emulsions with content of oil in aqueous solutions of corn flour and dry milk. International Journal of Pharmaceutical Research. 2020. vol. 12. no. 4. pp. 1797–1804.

15 Alekseev A.E., Moshkin A.V., Vasyukova A.T., Slavyansky A.A. The use of natural plant dietary supplements in flour culinary products. Science and education in the modern world: challenges of the XXI century. 2019. pp. 289–293. (in Russian).

16 Vasyukova A.T., Ganina V.I., Egorova S.A., Moshkin A.V. et al. The dietary supplement: composition, control and functional properties. Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2020. vol. 12. pp. 903–906. doi: 10.5373/JARDCS/V12SP4/20201560

17 Vasyukova A.T., Kononenko M.M., Alekseev A.E., Moshkin A.V. et al. Influence of malt on the intensity of the enzymatic processes. Journal of Critical Reviews. 2020. vol. 7. no. 7. pp. 479–482. doi: 10.31838/jcr.07.07.83

18 Ploypetchara T., Suwannaporn P., Pechyen C., Gohtani S. Retrogradation of rice flour gel and dough: plasticization effects of some food additives. Cereal Chemistry. 2015. vol. 92. no. 2. pp. 198-203. doi: 10.1094/CCHEM-07-14-0165-R

19 Gioia L.C., Ganancio J.R., Steel C.J. Food additives and processing aids used in breadmaking. Food additives. Rijeka, Croatia: IntechOpen, 2017. pp. 147-166.

20 Vasukova A.T., Adzhian E.A., Strocova A.S., Moshkin A.V. Influence of food additives for quality indicator of yeast dough. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2021. vol. 677. no. 3. pp. 032021.

Сведения об авторах

Анна Т. Васюкова д.т.н., профессор, кафедра индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Московский государственный университет пищевых производств, Волоколамское шоссе, 11, г. Москва, 125080, Россия, vasyukova-at@yandex.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-7374-4145>

Ирина У. Кусова к.т.н., доцент, кафедра индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Московский государственный университет пищевых производств, Волоколамской шоссе д.11, г. Москва, 125080, Россия, kusovaiu@mgupp.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-8022-7229>

Александр Е. Алексеев аспирант, кафедра цифровой нутрициологии, гостиничного и ресторанного сервиса, Московский государственный университет технологии и управления имени К.Г. Разумовского, ул. Земляной вал, д. 73, г. Москва, 109004, Россия, sas5791@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-4937-2430>

Александр В. Мошкин аспирант, кафедра цифровой нутрициологии, гостиничного и ресторанного сервиса, Московский государственный университет технологии и управления имени К.Г. Разумовского, ул. Земляной вал, д. 73, г. Москва, 109004, Россия, aldahaev@gmail.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-5607-0364>

Танзиля Р. Любецкая к.т.н., доцент, кафедра индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Московский государственный университет пищевых производств, Волоколамское шоссе д. 11, г. Москва, 125080, Россия, ltanzilya @yandex.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-1078-9311>

Вклад авторов

Анна Т. Васюкова написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Ирина У. Кусова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

Александр Е. Алексеев консультация в ходе исследования

Александр В. Мошкин предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

Танзиля Р. Любецкая предложил методику проведения эксперимента

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Anna T. Vasyukova Dr. Sci. (Engin.), professor, food industry, hotel business and service department, Moscow State University of Food Production, 11, Volokolamsk Highway, Moscow, 125080, Russia, vasyukova-at@yandex.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-7374-4145>

Irina U. Kusova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food industry, hotel business and service department, Moscow State University of Food Production, 11, Volokolamsk Highway, Moscow, 125080, Russia, kusovaiu@mgupp.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-8022-7229>

Alexander E. Alekseev graduate student, engineer, digital nutrition, hotel and restaurant service department, Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky, 73, Zemlyanoy Val Str., Moscow, 109004, Russia, sas5791@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-4937-2430>

Alexander V. Moshkin graduate student, digital nutrition, hotel and restaurant service department, Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky, 73, Zemlyanoy Val Str., Moscow, 109004, Russia, aldahaev@gmail.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-5607-0364>

Tanzilya R. Lyubetskaya Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food industry, hotel business and service department, Moscow State University of Food Production, 11, Volokolamsk Highway, Moscow, 125080, Russia, ltanzilya @yandex.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-1078-9311>

Contribution

Anna T. Vasyukova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Irina U. Kusova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Alexander E. Alekseev consultation during the study

Alexander V. Moshkin wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Tanzilya R. Lyubetskaya proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

| | | |
|----------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Поступила 12/01/2022 | После редакции 07/02/2022 | Принята в печать 02/03/2022 |
| Received 12/01/2022 | Accepted in revised 07/02/2022 | Accepted 02/03/2022 |