2020 Т. 50 № 1 / Техника и технология пищевых производств / Food Processing: Techniques and Technology
ISSN 2074-9414 (Print)
ISSN 2313-1748 (Online)
https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-61-69
УДК 664.64
Оригинальная статья
http://fptt.ru/

Использование экстракта и порошка кипрея узколистного в рецептуре хлебобулочных изделий

Е. В. Невская[1,*], А. Г. Зуева[1], А. Г. Беляев[2]

[1] *ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности», 107553, Россия, г. Москва, ул. Большая Черкизовская, 26А*

[2] *ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», 305040, Россия, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94*

Дата поступления в редакцию: 05.11.2019
Дата принятия в печать: 23.03.2020

**e-mail: katerinarose@mail.ru*

© Е. В. Невская, А. Г. Зуева, А. Г. Беляев, 2020

Аннотация.
Введение. Перед современной пищевой промышленностью стоит проблема правильного и обоснованного применения недорогого, доступного и имеющего широкое распространение отечественного растительного сырья как важнейшего ресурса жизненно необходимых для организма человека веществ, а также разработка рецептур и технологий производства обогащенных продуктов питания функционального назначения с его использованием. Статья посвящена разработке и оценки качества хлеба пшеничного с добавлением кипрея узколистного.
Объекты и методы исследования. Образцы хлеба готовили из пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта. Для приготовления экстракта и порошка кипрея использовали измельченную траву кипрея узколистного. Органолептические и физико-химические показатели качества образцов хлеба пшеничного определяли общепринятыми методами. Проводили оптимизацию рецептуры образцов хлеба пшеничного по органолептическим показателям с использованием функции желательности Харрингтона.
Результаты и их обсуждение. С помощью интервальных диапазонов значений обобщенной функции желательности установили, что значения данной функции для всех образцов хлеба пшеничного с продуктами кипрея узколистного находятся в диапазоне «хорошо» (D = 0,6927–0,6908). При добавлении порошка кипрея узколистного содержание калия в 100 г хлеба увеличилось на 5–12 %, кальция – на 12–30 %, магния – на 3–7 %, фосфора – на 2–6 %. При внесении экстракта содержание калия и кальция увеличилось на 7 и 13 %, магния и фосфора на 4 %.
Выводы. Наилучшими параметрами оптимизации Харрингтона обладали образцы хлеба пшеничного с добавлением экстракта кипрея и с добавлением 3 % порошка. Физико-химические показатели при добавлении экстракта и 3 % порошка кипрея не ухудшались и отвечали требованиям стандарта. Пищевая ценность образцов хлеба пшеничного с добавлением кипрея узколистного повышалась за счет обогащения фосфором, магнием, кальцием и калием, содержащимися в кипрее.

Ключевые слова. Иван-чай, кипрей узколистный, хлеб пшеничный, экстракт, порошок, показатели качества

Для цитирования: Невская, Е. В. Использование экстракта и порошка кипрея узколистного в рецептуре хлебобулочных изделий / Е. В. Невская, А. Г. Зуева, А. Г. Беляев // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50, № 1. – С. 61–69. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-61-69.

Original article
Available online at http://fptt.ru/eng

Extract and Powder of *Epilobium Angustifolium* in Bakery Products

E.V. Nevskaya[1,*], A.G. Zueva[1], A.G. Belyaev[2]

[1] *Scientific Research Institute for the Baking Industry, 26A, Bol'shaya Cherkizovskaya Str., Moscow, 107553, Russia*

[2] *Southwest State Institute, 94, 50 let Oktyabrya Str., Kursk, 305040, Russia*

Received: November 05, 2019
Accepted: March 03, 2020

**e-mail: katerinarose@mail.ru*

© E.V. Nevskaya, A.G. Zueva, A.G. Belyaev, 2020

Abstract.
Introduction. The modern food industry is currently facing the problem of the appropriate use of inexpensive and affordable domestic plant materials as an important source of vital substances. They can be used in formulations and production technologies of fortified functional foods. The present research featured the development and assessment of the quality of wheat bread fortified with willow weed (*Epilobium Angustifolium*).
Study objects and methods. Samples of wheat bread were prepared from wheat baking flour of the highest grade. The extract and powder were prepared from crushed grass of *Epilobium Angustifolium*. The sensory and physico-chemical quality indicators of wheat bread samples were determined by conventional methods. The Harrington desirability function was used to improve the sensory properties of the wheat bread samples.
Results and discussion. The interval ranges of values of the generalized desirability function were used to establish the values of this function for all samples of wheat bread fortified with *Epilobium Angustifolium*. The values proved to be in the range marked as "good": D = 0.6927–0.6908. The powder of *Epilobium Angustifolium* increased the content of potassium in 100 g of bread by 5–12%, calcium – by 12–30%, magnesium – by 3–7%, and phosphorus – by 2–6%. When the extract was applied, the content of potassium and calcium increased by 7% and 13%, respectfully, while the content of magnesium and phosphorus increased by 4%.
Conclusion. The extract of *Epilobium Angustifolium* fortified the samples of wheat bread with important mineral elements and increased their nutritional value. The physico-chemical indicators of the test samples did not deteriorate. The optimal dose of *Epilobium Angustifolium* powder was 3% vs. total flour mass. The sample of wheat bread with 3% of willow weed powder demonstrated good quality indicators, and its physico-chemical indicators met the requirements of the standard. The nutritional value of wheat bread samples fortified with *Epilobium Angustifolium* powder increased due to the larger content of phosphorus, magnesium, calcium, and potassium.

Keywords. *Chamaenerion, Epilobium Angustifolium*, wheat bread, extract, powder, quality indicators

For citation: Nevskaya EV, Zueva AG, Belyaev AG. Extract and Powder of *Epilobium Angustifolium* in Bakery Products. Food Processing: Techniques and Technology. 2020;50(1):61–69. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-61-69.

Введение

Хлеб – ценный продукт питания, играющий важнейшую роль в физиологии питания человека. Высокая усвояемость хлеба, которой он характеризуется, обусловлена его мягкой консистенцией, химическим составом и доступным состоянием входящих в него пищевых веществ [1].

В соответствии с сегодняшним развитием науки о питании, современным мировоззрением общества и государственной политикой, направленной на улучшение здоровья населения, в настоящий момент ассортимент хлебобулочных изделий динамично расширяется за счет выработки изделий улучшенного качества, повышенной пищевой ценности, профилактического и диетического назначения.

В связи с этим особую актуальность и значимость для современной пищевой промышленности приобретает возможность правильного и обоснованного применения недорогого, доступного и имеющего широкое распространение отечественного растительного сырья как важнейшего ресурса жизненно необходимых для организма человека веществ, а также разработка рецептур и технологий производства обогащенных продуктов питания функционального назначения с его использованием. Одним из наиболее интересных лекарственных растений является кипрей узколистный или иван-чай [2–4].

В состав кипрея узколистного входят различные витамины и жизненно важные микроэлементы, принимающие участие в окислительно-восстановительных процессах, оказывающие иммуностимулирующее воздействие, влияющие на кроветворение и на активность витаминов в организме и имеющие большую важность при заболеваниях крови, атеросклерозе, некоторых видах опухолей [5–7].

Сочетание в кипрее узколистном слизей и танинов пирогалловой группы имеет большое значение при лечении доброкачественной гиперплазии предстательной железы, воспалительных заболеваниях мочевого пузыря, простаты, желудка и почек, а также используется при нарушениях деятельности кишечника с целью ее нормализации. Входящие в состав кипрея пектиновые вещества и органические кислоты содействуют детоксикации организма человека [8–14].

Химический состав и лечебные свойства кипрея-узколистного описаны во многих отечественных и зарубежных научных трудах. Т. П. Кукина с соавторами проводила хроматомасс-спектрометрический анализ липофильных кислот вегетативных и генеративных органов иван-чая и выделила 36 алифатических и 5 тритерпеновых кислот, являющихся биологически активными веществами [15].

Н. П. Масютина и др., используя метод газожидкостной хроматографии (ГЖХ), выявили повышенное содержание в кипрее таких основных жирных кислот, как пальмитиновая, линолевая и арахидоновая [16].

В работе И. В. Полежаевой изучен химический и элементный состав надземной части кипрея узколистного. По полученным результатам исследования был сделан вывод о том, что кипрей содержит важные для человека макро- и микроэлементы и может применяться для обогащения пищевого сырья [17].

O. Oleshuk с соавторами в своих исследованиях установила, что кипрей, содержащий полифенольные

соединения, обладает антиоксидантной активностью и может быть потенциальным противоопухолевым натуральным продуктом. Противораковая активность лекарственного растения изучалась на гепатоцеллюлярной карциноме клетки человека [18].

A. Vitalone и др. оценивали влияние экстракта кипрея узколистного на клетки PZ-HPV-7. Он вызывал заметное ингибирование роста клеток. Наблюдаемый антипролиферативный эффект показал биологически значимое действие соединений кипрея при лечении доброкачественной гиперплазии предстательной железы [19].

B. Tita и др. в своей работе показали анальгетические свойства кипрея узколистного при помощи тестов горячей пластины и уксусных корчей [20].

Таким образом, использование экстракта и порошка кипрея узколистого в рецептуре хлебобулочных изделий позволит расширить ассортимент, повысить биологическую и пищевую ценность изделий, а также обеспечит хорошие потребительские свойства продукта.

Цель работы – разработка и оценка качества хлебобулочных изделий с добавлением в рецептуру порошка и водного экстракта кипрея узколистного.

Объекты и методы исследования

Для проведения исследования использовали пшеничную хлебопекарную муку высшего сорта и измельченную траву кипрея узколистного, изготовленную в соответствии с ТУ 9197-014-40852492-10.

Приготовление порошка кипрея осуществлялось в лабораторном измельчителе. Экстрагирование водорастворимых веществ из листьев кипрея проводили настаиванием измельченной травы кипрея узколистного в течение 25 мин до постоянной концентрации сухих веществ в экстракте (2,1 %). Соотношение кипрея и воды составляло 1:2, воду использовали питьевую. Температура настаивания была равна 90 ± 2 °С.

Тесто готовили по рецептуре, согласно ГОСТ 58233-2018, в лабораторных условиях опарным способом. Опару готовили из 45 % муки и 1 % дрожжей. Влажность опары составляла 45 %, продолжительность брожения – 210 мин. При замесе теста в опару вносили оставшуюся муку и 1,3 % соли. Продолжительность брожения теста составляла 60 мин, расстойка тестовых заготовок – 45 мин. При приготовлении опытных образцов хлеба пшеничного порошок кипрея узколистного вносили в количестве 3, 5 и 7 % взамен части муки. Экстракт вносили в количестве, которое полностью заменяло воду.

Оценку качества образцов хлеба пшеничного проводили, руководствуясь ГОСТ 58233-2018, по органолептическим и физико-химическим показателям, которые определяли общепринятыми методами: влажность мякиша по ГОСТ 21094-75, кислотность мякиша по ГОСТ 5670-96, пористость мякиша по ГОСТ 5669-96. Пищевую ценность экстракта порошка кипрея узколистного и образцов хлеба пшеничного определяли расчетным путем. Для оптимизации рецептуры по органолептическим показателям использовали функцию желательности Харрингтона.

Результаты и их обсуждение

С целью установления оптимальной дозировки исследовали влияние различных концентраций порошка кипрея узколистного на качество опытных образцов хлеба пшеничного. На рисунке 1 представлены полученные образцы хлеба пшеничного в разрезе.

Органолептические свойства контрольного образца хлеба пшеничного и образца хлеба пшеничного с внесением экстракта кипрея узколистного представлены в таблице 1.

Сравнительная оценка органолептических показателей образцов хлеба пшеничного с добавлением порошка кипрея узколистного представлена в таблице 2.

Проведенный анализ показал, что внесение порошка кипрея узколистного в дозировке 5 % и более приводит к ухудшению органолептических показателей качества хлеба из пшеничной муки высшего сорта. У образцов хлеба из пшеничной муки наблюдалось ухудшение формы, вкуса и запаха, потемнение мякиша.

Анализ образцов хлеба пшеничного показал, что с увеличением количества вносимого порошка кипрея узколистного влажность мякиша образцов увеличивается. Массовая доля влаги в образцах с добавлением порошка кипрея узколистного

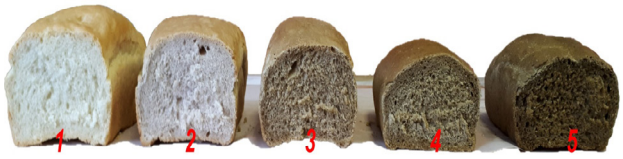

Рисунок 1. Опытные образцы хлеба пшеничного с внесением продуктов кипрея узколистного в разрезе: *1* – контрольный образец хлеба пшеничного; *2* – образец хлеба пшеничного с использованием экстракта кипрея узколистного; *3* – образец хлеба пшеничного с использованием 3 % порошка кипрея узколистного от общей массы муки; *4* – образец хлеба пшеничного с использованием 5 % порошка кипрея от общей массы муки; *5* – образец хлеба пшеничного с использованием 7 % порошка кипрея от общей массы муки

Figure 1. Sliced experimental samples of wheat bread fortified with willow weed: *1* – control sample; *2* – sample with willow weed extract; *3* – sample with 3% of willow weed powder vs. total flour mass; *4* – sample with 5% of willow weed powder vs. total flour mass; *5* – sample with 7% of willow weed powder vs. total flour mass

Таблица 1. Органолептическая оценка качества образцов хлеба пшеничного

Table 1. Sensory evaluation of the quality of wheat bread samples

Показатели качества	Нормы по ГОСТ 58233-2018	Контрольный образец хлеба пшеничного	Образец хлеба пшеничного с добавлением экстракта кипрея узколистного
Внешний вид: форма формового	Соответствующая хлебной форме, в которой производилась выпечка, с несколько выпуклой верхней коркой, без боковых выплывов	Соответствующая форме, в которой он выпекался, без боковых выплывов, с куполообразной верхней коркой	Соответствующая форме, в которой он выпекался, без боковых выплывов, с куполообразной верхней коркой
Поверхность	Без крупных трещин и подрывов, с наколами или надрезами или без них в соответствии с технологическими инструкциями	Гладкая, без крупных трещин и подрывов	Гладкая, без крупных трещин и подрывов
Цвет	От светло-желтого до темно-коричневого	Светло-желтый	Светло-коричневый
Состояние мякиша: пропеченность	Пропеченный, не влажный на ощупь. Эластичный, после легкого надавливания пальцами мякиш должен принимать первоначальную форму	Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный	Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный
Пористость	Развитая, без пустот и уплотнений	Равномерно развитая, мелкая, тонкостенная	Равномерно развитая, мелкая, тонкостенная
Промес	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса
Вкус	Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса	Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса	Свойственный данному виду изделия с еле уловимым привкусом, характерным кипрею узколистному
Запах	Свойственный данному виду изделия, без постороннего запаха	Свойственный данному виду изделия, без постороннего запаха	Свойственный данному виду изделия с еле уловимым запахом, характерным кипрею узколистному

возрастает за счет содержащихся в кипрее узколистном пектиновых веществ, которые, взаимодействуя с различными функциональными группами белков и крахмала, образуют термоустойчивые белково-полисахаридные комплексы, обладающие повышенной гидрофильной способностью. Это приводит к увеличению доли прочно связанной влаги в хлебобулочных изделиях из-за чего влага меньше теряется в процессе тестоведения, выпечки и хранения. В соответствии с требованиями ГОСТ 58233-2018 влажность мякиша хлеба пшеничного формового из муки высшего сорта составляет не более 45,0 %. При дозировке порошка более 5 % влажность мякиша образца хлеба пшеничного превышала данное значение, что вело к снижению качества изделия. При добавлении экстракта кипрея узколистного показатель влажности мякиша образца хлеба пшеничного оставался на том же уровне, что и в контрольном образце.

У всех опытных образцов хлеба пшеничного показатель кислотности мякиша соответствовал норме, установленной ГОСТ 58233-2018. Показатель кислотности мякиша хлебобулочных изделий обуславливается содержанием продуктов, образующихся в тесте в процессе спиртового и молочнокислого брожения. В результате внесения растительного сырья происходит увеличение количества питательных веществ, принимающих непосредственное участие в процессе брожения. В связи с этим у образцов пшеничного хлеба с добавлением порошка кипрея узколистного отмечалось повышение кислотности мякиша.

Сравнительная характеристика физико-химических показателей контрольного образца хлеба пшеничного и образцов хлеба пшеничного с использованием продуктов кипрея узколистного представлена в таблице 3.

Пористость мякиша всех образцов хлеба пшеничного превышает минимальное значение, указанное в ГОСТ 58233-2018. Однако с добавлением порошка кипрея узколистного данный показатель начинает снижаться. Это обусловлено укрепляющим действием порошка на клейковину. В состав фитопорошков входят ферменты полифенолоксидазы и аскорбинооксидазы, оказывающие укрепляющее действие на клейковину, что приводит к снижению пористости хлебного мякиша. При взаимодействии белков пшеничной муки с восстанавливающими сахарами, содержащимися в порошке кипрея узколистного, образуются комплексные соединения, приводящие к возникновению углеводных мостиков, вызывающих упрочнение структуры белковых веществ клейковины.

Согласно методу построения обобщённой функции желательности переводили реальные значения параметров в единую безразмерную

Таблица 2. Органолептическая оценка качества образцов хлеба пшеничного с добавлением порошка кипрея узколистного

Table 2. Sensory evaluation of the quality of wheat bread samples fortified with willow weed powder

Показатели качества	Нормы по ГОСТ 58233-2018	Контрольный образец хлеба пшеничного	Образец хлеба пшеничного с добавлением 3 % порошка кипрея узколистного	Образец хлеба пшеничного с добавлением 5 % порошка кипрея узколистного	Образец хлеба пшеничного с добавлением 7 % порошка кипрея узколистного
1	2	3	4	5	6
Внешний вид: форма формового	Соответствующая хлебной форме, в которой производилась выпечка, с несколько выпуклой верхней коркой, без боковых выплывов	Соответствующая форме, в которой он выпекался, без боковых выплывов, с куполообразной верхней коркой	Соответствующая форме, в которой он выпекался, с куполообразной верхней коркой, без боковых выплывов	Соответствующая форме в которой он выпекался, без боковых выплывов, с заметно выпуклой коркой	Соответствующая форме, в которой он выпекался, без боковых выплывов, с несколько выпуклой коркой
Поверхность	Без крупных трещин и подрывов, с наколами или надрезами или без них в соответствии с технологическими инструкциями	Гладкая, без крупных трещин и подрывов	Гладкая, без крупных трещин и подрывов с мало заметными включениями порошка кипрея	Шероховатая, без крупных трещин и подрывов с заметными включениями порошка кипрея	Шероховатая, без крупных трещин и подрывов с значительно заметными включениями порошка кипрея
Цвет	От светло-желтого до темно-коричневого	Светло-желтый	Светло-коричневый с серым оттенком	Коричневый с зеленым оттенком	Темно-коричневый
Состояние мякиша: пропеченность	Пропеченный, не влажный на ощупь. Эластичный, после легкого надавливания пальцами мякиш должен принимать первоначальную форму	Пропеченный, не влажный на ощупь. Эластичный	Пропеченный, не влажный на ощупь. Эластичный	Пропеченный, не влажный на ощупь. Эластичный	Пропеченный, не влажный на ощупь. Эластичный
Пористость	Развитая, без пустот и уплотнений	Равномерно развитая, мелкая, тонкостенная	Равномерно развитая, тонкостенная с наличием мелких и средних пор с мало заметными включениями порошка кипрея	Равномерно развитая, тонкостенная с наличием мелких и средних пор с включениями порошка кипрея	Неравномерная, тонкостенная с наличием средних пор с включениями порошка кипрея
Промес	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса
Вкус	Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса	Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса	Свойственный данному виду изделия с мало заметным привкусом, характерным порошку кипрея	Свойственный данному виду изделия с ощутимым привкусом, характерным порошку кипрея	Несвойственный данному виду изделия с ярко выраженным привкусом, характерным порошку кипрея
Запах	Свойственный данному виду изделия, без постороннего запаха	Свойственный данному виду изделия, без постороннего запаха	Свойственный данному виду изделия с мало заметным запахом, характерным порошку кипрея	Свойственный данному виду изделия заметным запахом, характерным порошку кипрея	Несвойственный данному виду изделия с ярко выраженным запахом, характерным порошку кипрея

числовую шкалу с фиксированными границами от 0 до 1 и строгими интервальными диапазонами: от 0 до 0,20 («очень плохо»); от 0,20 до 0,37 («плохо»); от 0,37 до 0,63 («удовлетворительно»); от 0,63 до 0,80 («хорошо»); от 0,80 до 1,00 («отлично»).

Объектами квалиметрической оценки выступали опытные образцы хлеба пшеничного с добавлением продуктов кипрея узколистного: замена воды в рецептуре на экстракт кипрея (вариант 1); замена части муки на порошок травы кипрея узколистного в количестве 3 % от общей массы муки (вариант 2); замена части муки на порошок травы кипрея узколистного в количестве 5 % от общей массы муки (вариант 3); замена части муки на порошок травы

Таблица 3. Сравнительная характеристика физико-химических показателей образцов хлеба пшеничного

Table 3. Comparative characteristics of the physico-chemical parameters of wheat bread samples

Показатели качества хлеба	Контрольный образец хлеба пшеничного	Образец хлеба пшеничного с добавлением экстракта кипрея	Образец хлеба пшеничного с добавлением 3 % порошка кипрея	Образец хлеба пшеничного с добавлением 5 % порошка кипрея	Образец хлеба пшеничного с добавлением 7 % порошка кипрея
Влажность мякиша, %	41,6	40,9	40,8	43,2	47
Кислотность мякиша, град	1,6	1,8	1,6	2,5	3,0
Пористость мякиша, %	81	80	77	74	74

кипрея узколистного в количестве 7 % от общей массы муки (вариант 4). Контрольным образцом выступал хлеб пшеничный, изготовленный без внесения каких-либо добавок.

Модель качества образцов хлеба пшеничного, представленная в виде таблицы 4, включает обобщённый показатель качества, групповые показатели качества (органолептические) и единичные показатели качества опытных образцов хлеба пшеничного. Органолептические показатели исследуемых образцов хлеба пшеничного были получены на основании дегустационных карт.

Приведенные в таблице 5 результаты расчёта параметров оптимизации и функции желательности Харрингтона для группы органолептических показателей позволили установить, что наибольшее относительное значение единичных показателей качества имели образцы хлеба пшеничного с заменой воды в рецептуре на экстракт кипрея узколистого – вариант 1 (D = 0,6927) и с заменой части муки на порошок кипрея узколистного в количестве 3 % – вариант 2 (D = 0,6908). Рассчитывали обобщённую функцию желательности Харрингтона D показателей качества опытных образцов хлеба пшеничного обогащенного продуктами кипрея узколистного.

С помощью интервальных диапазонов значений обобщённой функции желательности установили, что значения данной функции для всех опытных образцов хлеба пшеничного, обогащенного продуктами кипрея узколистного, находятся в диапазоне «хорошо» от 0,63 до 0,80 (D = 0,6927–0,6908).

Анализ данных таблицы 4 показал, что вариант 1 опытного образца хлеба пшеничного с заменой в рецептуре воды на экстракт кипрея узколистного оказался лучшим по единичным и групповым показателям качества. По органолептическому показателю параметр оптимизации Харрингтона для данного варианта составил 0,6927, что на 0,006 и 0,008 выше, чем у вариантов 3 и 4. Что касается варианта 2 с заменой 3 % муки в рецептуре на порошок травы кипрея, то он превосходил по параметрам оптимизации варианты 3 и 4 на 0,004 и 0,006. Таким образом, наилучшими показателями обладали образцы хлеба пшеничного 1 и 2 вариантов.

Рассчитывали пищевую ценность опытных образцов хлеба пшеничного при добавлении 3 % порошка кипрея узколистного. Содержание калия в 100 г изделия увеличилось на 5 %, кальция – на 12,2 %, магния – на 2,8 %, фосфора – на 2,5 %. При внесении порошка в количестве 5 %, по сравнению с контрольным образцом хлеба пшеничного, содержание калия увеличилось на 8,4 %, кальция – на 20,4 %, магния – на 4,6 %, фосфора на 4,2 %. При добавлении 7 % порошка содержание калия

Таблица 4. Модель качества опытных образцов хлеба пшеничного

Table 4. Quality model of the test samples of wheat bread

Обобщённый показатель качества образцов хлеба пшеничного	Группа органолептических показателей	Вкус
		Запах (аромат)
		Правильность формы
		Окраска корок
		Состояние поверхности
		Структура пористости
		Цвет мякиша
		Разжевываемость

Таблица 5. Сводная таблица функции желательности Харрингтона

Table 5. Harrington desirability function summary table

Наименование продукта	Наименование контрольного образца и контрольная функция Dк	Обобщённая функция желательности D по органолептическим показателям
1	2	3
Замена воды в рецептуре на экстракт кипрея узколистого (вариант 1)	Контроль без внесения добавок 0,6922	0,6927
Количество внесения порошка кипрея узколистного, 3 % (вариант 2)	Контроль без внесения добавок 0,6922	0,6908
Количество внесения порошка кипрея узколистного, 5 % (вариант 3)	Контроль без внесения добавок 0,6922	0,6864
Количество внесения порошка кипрея узколистного, 7 % (вариант 4)	Контроль без внесения добавок 0,6922	0,6850

повысилось на 12,1 %, кальция – на 30,0 %, магния на 6,7 %, фосфора на 6,1 %. При внесении экстракта кипрея узколистного содержание калия, кальция, магния и фосфора увеличилось на 6,5, 13,0, 4,4 и 4,0 % соответственно.

Выводы

Опытный образец хлеба пшеничного с заменой воды экстрактом кипрея узколистного обладал наивысшим общим баллом органолептической оценки, который составлял 28,7 ± 0,83. При проведении анализа было доказано, что внесение экстракта способствует обогащению образца хлеба пшеничного важными для здоровья человека минеральными элементами и увеличению его пищевой ценности. Физико-химические показатели при внесении растительной добавки, по сравнению с контрольным образцом хлеба пшеничного, не ухудшались и находились в пределах нормы.

При изучении влияния различных дозировок порошка кипрея узколистного на качество образцов хлеба пшеничного из муки высшего сорта установили, что оптимальной дозировкой порошка является 3 % от общей массы муки. Образец хлеба пшеничного с внесением такого количества нетрадиционной растительной добавки обладал хорошими качественными показателями. При органолептической оценке общий балл данного образца составил 27,5 ± 1,41. Физико-химические показатели при добавлении порошка в таком количестве не ухудшались и отвечали требованиям стандарта. Пищевая ценность образцов хлеба пшеничного с добавлением порошка кипрея узколистного повышалась за счет обогащения фосфором, магнием, кальцием и калием, содержащимися в кипрее.

При добавлении 5 % порошка пористость мякиша образца хлеба пшеничного, по сравнению с контрольным образцом, уменьшилась на 7 %, а влажность и кислотность мякиша увеличились. Все это способствовало снижению усвояемости, калорийности, а следовательно, и пищевой ценности хлеба. При органолептической оценке общий балл образца составил 22,7 ± 2,19.

При дальнейшем увеличении дозировки порошка кипрея узколистного качество образцов хлеба пшеничного ухудшалось, кислотность и влажность мякиша, по сравнению с контрольным образцом, возросли на 1,4 % и 5,4 %. Показатель влажности мякиша образца с добавлением 7 % порошка превышал предельно допустимое значение, установленное ГОСТ 58233-2018. Пористость мякиша уменьшалась за счет повышения влажности и укрепления клейковины. Мякиш темнел, вкус и запах становились интенсивно выраженными травяными. При органолептической оценке общий балл образца хлеба пшеничного составил 20,8 ± 2,16.

Наилучшими по органолептическому показателю параметрами оптимизации Харрингтона обладали образец хлеба пшеничного с добавлением экстракта кипрея узколистного в воду и с добавлением 3 % порошка от массы муки.

Таким образом, применение порошка и экстракта кипрея узколистного в производстве хлебобулочных изделий будет способствовать повышению биологической и пищевой ценности изделий, а также расширению ассортимента для здорового питания.

Критерии авторства

Е. В. Невская внесла существенный вклад в написание статьи и ее редактирование с целью повышения ее научной значимости. А. Г. Зуева занималась сбором, анализом, интерпретацией полученных данных и написанием статьи. А. Г. Беляев руководил проектом и внес существенный вклад в разработку концепции работы.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

E.V. Nevskaya edited the article and increased the scientific significance of the research. A.G. Zueva collected, analyzed, and interpreted the data, as well as contributed to the content of the article. A.G. Belyaev supervised the project and developed the research concept.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Список литературы

1. Ауэрман, Л. Я. Технология хлебопекарного производства / Л. Я. Ауэрман. – СПб. : Профессия, 2005. – 416 с.

2. Иванова, В. Н. Повышение качества пищевой продукции – ключевой приоритет реализации государственной политики Российской Федерации в области здорового питания / В. Н. Иванова, С. Н. Серегин // Пищевая промышленность. – 2016. – № 5. – С. 8–14.

3. Никитин, И. А. Технологические аспекты проектирования персонализированных хлебобулочных и кондитерских изделий на основании генетических предрасположенностей потребителей / И. А. Никитин // Хлебопродукты. – 2019. – № 5. – С. 42–46. DOI: https://doi.org/10.32462/0235-2508-2019-28-5-42-46.

4. Косован, А. П. Развитие рынка хлебобулочных изделий России в условиях глобализации / А. П. Косован, И. И. Шапошников // Хлебопечение России. – 2018. – № 1. – С. 4–9.

5. Царев, В. Н. Кипрей узколистный (*Chamerion angustifolium* L.) химический состав, биологическая активность (обзор) / В. Н. Царев, Н. Г. Базарнова, М. М. Дубенский // Химия растительного сырья. – 2016. – № 4. – С. 15–26.

6. Рахимова, Г. К. Анатомическая диагностика листьев Иван-чая / Г. К. Рахимова, Х. М. Комилов // Фармацевтический журнал. – 2010. – № 2. – С. 17–18.

7. Совершенствование технологий хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий функционального назначения: монография / С. Я. Корячкина, Н. А. Березина, Н. Н. Гонтовая [и др.]. – Орел : ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2016. – 261 с.

8. Лекарственное растительное сырье. Фармакогнозия / Г. А. Белодубровская, К. Ф. Блинова, В. В. Вандышев [и др.]. – СПб. : СпецЛит, 2004. – 765 с.

9. Рахимова, Г. К. Флавоноиды надземной части Иван-чая узколистного / Г. К. Рахимова, Х. М. Комилов, М. Т. Муллажонова // Фармацевтический журнал. – 2014. – № 4. – С. 14–20.

10. Заворохина, Н. В. Чайные напитки антиоксидантной направленности на основе кипрея узколистного / Н. В. Заворохина, О. В. Чугунова, В. В. Фозилова // Пиво и напитки. – 2013. – № 1. – С. 28–31.

11. Валов, Р. И. Фармакогностическое исследование надземной части *Chamaenerion angustifolium* (L.) *Scop:* дис. … канд. фарм. наук: 14.04.02 / Валов Роман Игоревич. – Улан-Удэ, 2012. – 192 с.

12. Therapeutic potential of polyphenols from *Epilobium angustifolium* (Fireweed) / I. A. Schepetkin, A. G. Ramstead, L. N. Kirpotina [et al.] // Phytotherapy Research. – 2016. – Vol. 30, № 8. – P. 1287–1297. DOI: https://doi.org/10.1002/ptr.5648.

13. Kadam, P. A review on phytopharmacopial potential of *Epilobium angustifolium* / P. Kadam, M. Patil, K. Yadav // Pharmacognosy Journal. – 2018. – Vol. 10, № 6. – P. 1076–1078. DOI: https://doi.org/10.5530/pj.2018.6.181.

14. Фозилова, В. В. Разработка и исследование потребительских свойств чайных напитков на основе кипрея узколистного: автореф. дис. … канд. тех. наук: 05.18.15 Фозилова Варвара Викторовна. – Кемерово, 2014. – 16 с.

15. Кукина, Т. П. Липофильные кислоты Иван-чая узколистного / Т. П. Кукина, Т. С. Фролова, О. И. Сальникова // Химия растительного сырья. – 2016. – № 1. – С. 139–146.

16. Изучение жирнокислого состава липидного комплекса кипрея узколистного (Иван-чая) / Н. П. Масютина, П. И. Середа, З. Х. Абудеийх [и др.] // Фитотерапия. – 2010. – № 4. – С. 84.

17. Изучение экстрактивных веществ *Chamerion angustifolium* (L.) *holub* / И. В. Полежаева, Н. И. Полежаева, Л. Н. Меняйло [и др.] // Химия растительного сырья. – 2005. – № 1. – С. 25–29.

18. Biological properties of *Epilobium angustifolium* L. / O. Oleshchuk, H. Ostrovska, S. Vannini [et al.] // Journal of Biotechnology. – 2017. – Vol. 256. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2017.06.638.

19. Anti-proliferative effect on a prostatic epithelial cell line (PZ-HPV-7) by *Epilobium angustifolium* L. / A. Vitalone, F. Bordi, C. Baldazzi [et al.] // Farmaco. – 2001. – Vol. 56, № 5–7. – P. 483–489. DOI: https://doi.org/10.1016/S0014-827X(01)01067-9.

20. Analgesic properties of *Epilobium angustifolium*, evaluated by the hot plate test and the writhing test / B. Tita, H. Abdel-Haq, A. Vitalone [et al.] // Farmaco. – 2001. – Vol. 56, № 5–7. – P. 341–343. DOI: https://doi.org/10.1016/S0014-827X(01)01046-1.

References

1. Auehrman LYa. Tekhnologiya khlebopekarnogo proizvodst [Baking technology]. St. Petersburg: Professiya, 2005; 416 p. (In Russ.).

2. Ivanova VN, Seryogin SN. Improving food products quality – a key priority of implementation of the state policy of the Russian Federation in the field of healthy nutrition. Food Industry. 2016;(5):8–14. (In Russ.).

3. Nikitin IA. Technological aspects of the design of personalized bakery and confectionery based on the genetic predispositions of the consumers. Bread products. 2019;(5):42–46. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.32462/0235-2508-2019-28-5-42-46.

4. Kosovan AP, Shaposhnikov II. Development of Russian bread goods market in conditions of globalization. Baking in Russia. 2018;(1):4–9. (In Russ.).

5. Tsarev VN, Bazarnova NG, Dubenskii MM. *Chamerion angustifolium* L. chemical composition biological activity (reviews). Chemistry of plant raw material. 2016;(4):15–26. (In Russ.).

6. Rakhimova GK, Komilov KhM. Anatomicheskaya diagnostika list′ev Ivan-chaya [Anatomical diagnosis of willow weed leaves]. Farmatsevticheskiy zhurnal [Pharmaceutical Journal]. 2010;(2):17–18. (In Russ.).

7. Koryachkina SYa, Berezina NA, Gontovaya NN, Kalinicheva TS, Kovaleva AV, Kuznetsova EA, et al. Sovershenstvovanie tekhnologiy khlebobulochnykh, konditerskikh i makaronnykh izdeliy funktsional′nogo naznacheniya: monografiya [Improving the technology of functional bakery, confectionery, and pasta: monograph]. Orel: State University UNPK; 2012. 261 p. (In Russ.).

8. Belodubrovskaya GA, Blinova KF, Vandyshev VV, Zhokhova EV, Klemper AV, Komarova MN, et al. Lekarstvennoe rastitel′noe syr′e. Farmakognoziya [Medicinal plant materials. Pharmacognosy]. St. Petersburg: SpetsLit, 2004; 765 p. (In Russ.).

9. Rakhimova GK, Komilov KhM, Mullazhonova MT. Flavonoidy nadzemnoy chasti Ivan-chaya uzkolistnogo [Flavonoids of the aerial part of willow weed]. Farmatsevticheskiy zhurnal [Pharmaceutical Journal]. 2014;(4):14–20. (In Russ.).

10. Zavorohina NV, Chugunova OV, Fozilova VV. Tea beverages of antioxidant direction on the basis of blooming sally. Beer and beverages. 2013;(1):28–31. (In Russ.).

11. Valov RI. Farmakognosticheskoe issledovanie nadzemnoy chasti *Chamaenerion angustifolium* (L.) *Scop* [A pharmacognostic study of the aerial part of *Chamaenerion angustifolium* (L.) *Scop*]. Cand. farm. sci. diss. Ulan-Ude: Institute of General and Experimental Biology, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; 2012. 192 p.

12. Schepetkin IA, Ramstead AG, Kirpotina LN, Voyich JM, Jutila MA, Quinn MT. Therapeutic potential of polyphenols from *Epilobium angustifolium* (Fireweed). Phytotherapy Research. 2016;30(8):1287–1297. DOI: https://doi.org/10.1002/ptr.5648.

13. Kadam P, Patil M, Yadav K. A review on phytopharmacopial potential of *Epilobium angustifolium*. Pharmacognosy Journal. 2018;10(6):1076–1078. DOI: https://doi.org/10.5530/pj.2018.6.181.

14. Fozilova VV. Razrabotka i issledovanie potrebitel′skikh svoystv chaynykh napitkov na osnove kipreya uzkolistnogo [Development and research of consumer properties of willow weed tea drinks based]. Cand. eng. sci. diss. Kemerovo: Kemerovo Technological Institute of Food Industry; 2014. 16 p.

15. Kukina TP, Frolova TS, Salnikova OI. Lipophilic acids of fireweed. Chemistry of plant raw material. 2014;(1):139–146. (In Russ.).

16. Masyutina NP, Sereda PI, Abudeiykh ZKh, Bryuzgina TS. Izuchenie zhirnokislogo sostava lipidnogo kompleksa kipreya uzkolistnogo (Ivan-chaya) [A study of the fatty acid composition of the lipid complex of willow weed]. Fitoterapiya [Phytotherapy]. 2010;(4):84. (In Ukr.).

17. Polezhaeva IV, Polezhaeva NI, Menyaylo LN, Pavlenko NI, Levdanskiy VA. Izuchenie ehkstraktivnykh veshchestv *Chamerion angustifolium* (L.) *holub* [A study of extractive substances of *Chamerion angustifolium* (L.) *holub*]. Chemistry of plant raw material. 2005;(1):25–29. (In Russ.).

18. Oleshchuk O, Ostrovska H, Vannini S, Moretti M, Moulas A, Albi E, et al. Biological properties of *Epilobium angustifolium* L. Journal of Biotechnology. 2017;256. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2017.06.638.

19. Vitalone A, Bordi F, Baldazzi C, Mazzanti G, Saso L, Tita B. Anti-proliferative effect on a prostatic epithelial cell line (PZ-HPV-7) by *Epilobium angustifolium* L. Farmaco. 2001;56(5–7):483–489. DOI: https://doi.org/10.1016/S0014-827X(01)01067-9.

20. Tita B, Abdel-Haq H, Vitalone A, Mazzanti G, Saso L. Analgesic properties of *Epilobium angustifolium*, evaluated by the hot plate test and the writhing test. Farmaco. 2001;56(5–7):341–343. DOI: https://doi.org/10.1016/S0014-827X(01)01046-1.

Сведения об авторах

Невская Екатерина Владимировна
канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности», 107553, Россия, г. Москва, ул. Большая Черкизовская, 26А, тел.: +7 (916) 701-94-92, e-mail: katerinarose@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-5310-3412

Зуева Александра Геннадьевна
научный сотрудник направления биохимических исследований, ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности», 107553, Россия, г. Москва, ул. Большая Черкизовская, 26А, тел.: +7 (495) 025-41-44, e-mail: a.zueva@gosniihp.ru
https://orcid.org/0000-0002-8717-6206

Беляев Алексей Геннадьевич
канд. био. наук, доцент кафедры товароведения, технологии и экспертизы товаров, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», 305040, Россия, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94, тел.: +7 (4712) 32-46-66, e-mail: 7631pektin@mail.ru

Information about the authors

Ekaterina V. Nevskaya
Cand.Sci.(Eng.), Leading Researcher, Scientific Research Institute for the Baking Industry, 26A, Bol′shaya Cherkizovskaya Str., Moscow, 107553, Russia, phone: +7 (916) 701-94-92, e-mail: katerinarose@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-5310-3412

Aleksandra G. Zueva
Researcher of the Biochemical Research, Scientific Research Institute for the Baking Industry, 26A, Bol′shaya Cherkizovskaya Str., Moscow, 107553, Russia, phone: +7 (495) 025-41-44, e-mail: a.zueva@gosniihp.ru
https://orcid.org/0000-0002-8717-6206

Alexey G. Belyaev
Cand.Sci.(Bio.), Associate Professor of the Department of Commodity Science, Technology and Examination of Good, Southwest State Institute, 94, 50 let Oktyabrya Str., Kursk, 305040, Russia, phone: +7 (4712) 32-46-66, e-mail: 7631pektin@mail.ru