ISSN 2074-9414 (Print)
ISSN 2313-1748 (Online)

https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-701-711

Оригинальная статья
http://fptt.ru

Использование пряного растительного сырья в технологии заварного полуфабриката

А. В. Копылова[1], Н. И. Давыденко[2,*], А. Н. Сапожников[1], Г. С. Ульянова[2]

[1] *Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия*

[2] *Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия*

Поступила в редакцию: 09.09.2021

Принята после рецензирования: 30.09.2021
Принята в печать: 01.12.2021

**e-mail: nat1861@yandex.ru*

© А. В. Копылова, Н. И. Давыденко, А. Н. Сапожников, Г. С. Ульянова, 2021

Аннотация.
Введение. Полуфабрикат заварной характеризуется низким содержанием макро- и микронутриентов, в т. ч. витаминов и минеральных веществ. Это определяет актуальность исследований по улучшению его пищевой ценности за счет применения растительного сырья. Целью работы является оценка возможностей применения пряного растительного сырья в производстве заварного полуфабриката и разработка технологии его использования.
Объекты и методы исследования. Свежее пряное растительное сырье: петрушка (*Petroselinum crispum*), базилик (*Ocimum*), сельдерей (*Apium*) листовой и черешковый; порошок инфракрасной (ИК) сушки черешков сельдерея; образцы полуфабриката заварного «Шу» с использованием вышеуказанных ингредиентов. Использовали общепринятые и стандартные методы исследований органолептических и физико-химических показателей, а также пищевой ценности мучных изделий.
Результаты и их обсуждение. Исследовали возможность введения в тесто пряных растений. В качестве контрольного образца использовали полуфабрикат заварной «Шу» с кракелином традиционной рецептуры. Введение пряного растительного сырья в свежем виде ухудшает органолептические характеристики продукта. Вкусоароматический профиль черешков сельдерея позволяет получить гармоничные сенсорные характеристики изделий из заварного теста. Для формирования показателей качества внешнего вида изделий черешки сельдерея добавляли в виде порошка ИК-сушки в количестве 2,5, 5,0 и 7,5 % от массы пшеничной муки. Внесение порошка из черешков сельдерея придает вкусу полуфабриката кислые и пряные оттенки, а в готовом изделии повышается содержание витаминов группы В (до 10 %) и β-каротина (до 70 %).
Выводы. Доказана целесообразность использования порошка сельдерея ИК-сушки в производстве заварного полуфабриката в количестве 5 % от массы муки. Внесение порошка ИК-сушки сельдерея в заварное тесто способствует увеличению содержания в нем витамина B_2 и бета-каротина. Целесообразно продолжить исследования в направлении введения порошка в состав начинки с целью комплексного улучшения нутриентного статуса кондитерского изделия в комбинации с ингредиентами, маскирующими нежелательные привкусы, свойственные черешкам сельдерея.

Ключевые слова. Сельдерей, растительные порошки, ИК-сушка, кондитерское изделие, органолептические характеристики

Для цитирования: Использование пряного растительного сырья в технологии заварного полуфабриката / А. В. Копылова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51. № 4. С. 701–711. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-701-711.

Original article

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

Spicy Plant Raw Materials in Choux Dough

Anastasiia V. Kopylova[1], Nataliia I. Davydenko[2,*], Aleksandr N. Sapozhnikov[1], Galina S. Ulianova[2]

[1] *Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia*

[2] *Kemerovo State University, Kemerovo, Russia*

Received: September 09, 2021

Accepted in revised form: September 30, 2021
Accepted for publication: December 01, 2021

*e-mail: nat1861@yandex.ru

© A.V. Kopylova, N.I. Davydenko, A.N. Sapozhnikov, G.S. Ulianova, 2021

Abstract.
Introduction. Semi-finished choux dough has neither vitamins nor minerals. However, its nutritional value can be increased by adding vegetable raw materials. The research objective was to evaluate the possibilities of using spicy vegetable raw materials in the formulation of semi-finished choux dough.
Study objects and methods. The study featured fresh parsley (*Petroselinum crispum*), basil (*Ocimum*), celery (*Apium*) leaves and stems, and IR-dried powder of celery stalks. Standard research methods were used to determine the sensory, physico-chemical, and nutritional properties of the resulting choux samples.
Results and discussion. Classical semi-finished choux dough with craquelin served as control sample. Fresh spicy vegetable raw materials degraded the sensory characteristics of the product. However, powdered celery stalks did not interfere with the taste of the choux dough. They were added in the amount of 2.5, 5.0, and 7.5% by weight of wheat flour. The celery powder gave the dough a sour-spicy flavor, as well as increased the content of vitamins B (up to 10%) and beta-carotene (up to 70%) in the finished product.
Conclusion. The sample with 5% of IR-dried celery powder proved optimal for choux dough. It increased the content of vitamin B_2 and beta-carotene, thus improving the nutritional value of the semi-finished product. In future, the powder can be tested as part of bakery filling in combination with ingredients that mask the typical celery taste.

Keywords. Celery, vegetable powders, IR drying, confectionery, organoleptic characteristics

For citation: Kopylova AV, Davydenko NI, Sapozhnikov AN, Ulianova GS. Spicy Plant Raw Materials in Choux Dough. Food Processing: Techniques and Technology. 2021;51(4):701–711. (In Russ.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-701-711.

Введение

Изделия из пшеничной муки являются неотъемлемой частью рациона населения России, пользуются стабильным спросом и представлены в широком ассортименте на потребительском рынке страны. Особое место среди них занимают мучные кондитерские изделия. Не являясь продуктом первой необходимости и обладая разным нутриентным составом, они занимают существенную и постоянную долю в рационе россиян.

Производство мучных изделий организовано на предприятиях различных отраслей и мощности. Задачи, стоящие перед данным видом производства, заключаются в регулировании взаимодействия и баланса между крупными государственными предприятиями и предприятиями среднего и малого бизнеса [1]. В то время как крупные предприятия производят традиционную продукцию для покрытия базового уровня потребности населения в мучных изделиях, малые и средние предприятия разрабатывают и внедряют новые виды изделий, рецептуры и технологии производства которых являются авторскими и характерными для каждого предприятиях или их сети. В качестве акцентных факторов конкурентоспособности продукции выступают не только уникальные органолептические характеристики, но и состав изделий, ориентированный на тренды здорового питания.

В последнее время формирование нутриентного состава пищевых продуктов направлено на применение натурального сырья с высокой плотностью полезных компонентов [2]. В этой связи интерес представляют пряные зеленые растения, обладающие как интересными вкусо-ароматическими достоинствами, так и богатым набором незаменимых макро- и микронутриентов. Многие виды пряно-ароматического сырья обладают функциональным влиянием на организм человека, оказывая противовоспалительное, антисклеротическое, антиканцерогенное, антиаритмическое, антиревматоидное, антимутагенное, гастропротекторное и липидоснижающее воздействие. Большинство функциональных свойств пряного растительного сырья обусловлены высоким содержанием веществ, проявляющих антиоксидантную активность [3].

Поэтому актуально рассмотреть перспективы применения данного сырья как источника нутриентов в производстве мучных изделий, в том числе кондитерских, поскольку они остаются одними из массово потребляемых продуктов питания населения России и зарубежных стран.

Среди полуфабрикатов для производства мучных изделий популярным является заварной полуфабрикат. Им можно расширить ассортимент изделий из заварного теста как путем использования широкого спектра начинок, так и внесением изменений в рецептуру и технологию самого полуфабриката. Несмотря на его высокие органолептические свойства, основным недостатком является высокая калорийность и низкая пищевая ценность. Это при

малоподвижном образе жизни и непроизводственной трудовой деятельности значительной части населения является нежелательным фактором. Решением данной проблемы может стать использование растительного сырья в производстве мучных изделий. Перспективным сырьем являются пряные растения, которые, наряду с богатым химическим составом, обладают уникальными вкусо-ароматическими свойствами.

К таким растениям относятся петрушка (*Petroselinum crispum*), базилик (*Ocimum*) и сельдерей (*Apium*). Петрушка является одним из самых популярных пряных растений, произрастает повсеместно и отличается высоким содержанием биологически активных веществ, в том числе витаминов, особенно С, группы В и К. Базилик известен своими антимикробными и антиоксидантными свойствами. Насчитывается более 150 видов базилика. Все они различаются цветом листьев, вкусом и ароматом, условно разделяясь на зеленые и фиолетовые в соответствии с окраской надземной части растения [3].

Сельдерей является распространенным и практически повсеместно культивируемым растением. Объемы его производства постоянно возрастают [4]. Выделяют сельдерей корневой, листовой и черешковый. Как и в случае с базиликом, цвет растения позволяет спрогнозировать вкусовые качества продукта. Как правило, у растений, имеющих светло-зеленые черешки, вкус будет пряно-сладким с небольшой кислинкой. Темно-зеленый и красноватый цвет стебля и листьев можно рассматривать как признак пряно-острого вкуса с небольшой горчинкой.

Помимо использования в качестве пищевого ингредиента, сельдерей считается лекарственным растением. Благодаря наличию в своем составе аскорбиновой кислоты, селена, β-каротина, антоцианов, кофейной, *p*-кумаровой и феруловой кислот, апигенина, лютеолина, танина, сапонина и кемпферола сельдерей обладает антиоксидантными, антивоспалительными, антисептическими и противогрибковыми свойствами, а также помогает предотвратить и сдержать развитие многих хронических заболеваний, в том числе ожирение и диабет [5–10].

В пищу могут употребляться разные части сельдерея. Наиболее известно использование корня сельдерея, в меньшей степени – листьев и черешков [11–15]. Экспериментально доказано, что использование водных экстрактов сельдерея не придает антиоксидантных свойств изделиям и не улучшает их органолептические показатели [16]. Черешки содержат в себе витамины и антиоксиданты, что позволяет использовать их в качестве пищевого ингредиента, обладающего полезными свойствами [17]. Однако черешки сельдерея не обладают длительным сроком хранения. Поэтому их необходимо переработать для продления сроков хранения при условии сохранения большей части полезных веществ и антиоксидантной активности [18]. Хранение сельдерея в свежем виде можно продлить путем использования специальных полимерных упаковок [19].

Рациональным вариантом продления сроков хранения пряной зелени является сушка, т. к. она позволяет хранить сушеный продукт достаточно долго, не прибегая к дополнительным энергозатратам при хранении переработанной продукции. Целесообразным является хранение продукта в порошкообразном состоянии, т. к. это позволяет использовать его в приготовлении пищевой продукции без дополнительной подготовки [20]. Кроме того, имеются данные различных авторов по повышению пищевой и биологической ценности, а также антиоксидантной активности хлебобулочных изделий с добавлением порошка сельдерея в пределах 1–5 г на 100 г муки [21, 22]. Возможно также использование порошка сельдерея в комбинации с другими видами порошков из растительного сырья [23, 24].

Ранее были проведены исследования по сушке различных частей сельдерея горячим воздухом, СВЧ-излучением, сублимационным, распылительным и комбинированным методами [25–28]. Полученная продукция отличалась высоким качеством. Однако общим для вышеперечисленных способов являются высокие энергозатраты и сложное аппаратурное оформление процессов. Поэтому перспективным является использование инфракрасной (ИК) сушки черешков сельдерея с последующим помолом до порошкообразного состояния. Преимуществами ИК-сушки растительного сырья являются низкие рабочие температуры (40–60 °С), простота и масштабируемость процесса. Эффективной является сушка сырья в импульсном режиме в сравнении с непрерывным [29, 30]. Таким образом, использование порошка сельдерея ИК-сушки в рецептуре мучных изделий является целесообразным.

Целью работы является оценка возможностей применения пряного растительного сырья в производстве заварного полуфабриката и разработка технологии его использования.

Объекты и методы исследования

На разных этапах работы в качестве объектов исследования выступали:

– свежее пряное растительное сырье: петрушка (*Petroselinum crispum*), базилик зеленый (*Ócimum*) и сельдерей (*Apium*) листовой и черешковый. Сырье представляло собой сортосмесь, реализуемую в торговых сетях г. Новосибирска;

– порошок черешков сельдерея инфракрасной сушки. Для получения порошка ИК-сушки подготовленные черешки сельдерея нарезались и подвергались сушке в сушилке инфракрасной при температуре 50–60 °С

в течение 2,5–3 ч в импульсном режиме [31]. Затем они охлаждались, досушивались при нормальных условиях и механически измельчались до состояния тонкодисперсного порошка (размер частиц менее 0,5 мм). Источником излучения выступали кварцевые галогенные лампы КГТ-220-1000 трубчатой конфигурации, расположенные в боковых отражателях сушильной камеры и работающие в импульсном режиме. Под импульсным режимом подразумевается автоматическое включение и выключение ламп при достижении фиксированной температуры;

– образцы полуфабриката заварного «Шу» с использованием свежего пряного сырья и порошка сельдерея. Основное и дополнительное сырье – мука пшеничная высшего сорта, мука миндальная, сахар белый кристаллический, соль пищевая, масло сливочное, молоко, яйца куриные – было приобретено в розничной торговой сети г. Новосибирска.

Исследования проводились в условиях кафедр технологии и организации пищевых производств Новосибирского государственного технического университета и технологии и организации общественного питания Кемеровского государственного университета, а также на базе лаборатории Сибирского научно-исследовательского и технологического института Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук.

В работе использовали общепринятые и стандартные методы исследований органолептических и физико-химических показателей, а также пищевой ценности мучных изделий.

В процессе исследований были приготовлены следующие образцы изделий:

– образец № 1 (контрольный) – полуфабрикат заварной «Шу»;

– образцы № 2–4 – с добавлением 2,5, 5 и 7,5 % измельченной зелени петрушки;

– образцы № 5–7 – с добавлением 2,5, 5 и 7,5 % измельченной зелени базилика;

– образцы № 8–10 – с добавлением 2,5, 5 и 7,5 % измельченной зелени листового сельдерея;

– образцы № 11–13 – с добавлением 2,5, 5 и 7,5 % измельченного черешкового сельдерея;

– образцы № 14–16 – с добавлением 2,5, 5 и 7,5 % порошка черешков сельдерея ИК-сушки.

Готовые полуфабрикаты после охлаждения до температуры 20–25 °С подвергались оценке по органолептическим показателям.

Органолептическая оценка образцов осуществлялась в периоде 1,5–3 ч с момента окончания технологического процесса, в соответствии с требованиями ГОСТ 31986-2012, специально созданной дегустационной комиссией, состоящей из 10 человек.

Образцы оценивались по показателям внешнего вида, текстуры, консистенции, цвета, вкуса и запаха. Каждый показатель оценивался в диапазоне от 1 до 5 баллов, где наименьшим баллом был 1, наивысшим – 5.

В отношении показателей вкуса и запаха как наиболее характерных критериев при выборе мучных кондитерских изделий потребителем был применен дескрипторно-профильный метод. Используемый метод способствует получению объективной оценки при анализе отдельных свойств образцов. Это позволит их регулировать в процессе изменений и совершенствования рецептур и технологий вырабатываемых изделий [30]. Для каждой характеристики показателя принималась оценка до 0 до 5 баллов, где 5 баллов означали наиболее выраженную характеристику вкуса и запаха, 0 баллов – отсутствие соответствующей характеристики вкуса и запаха.

Определение витамина B_1 проводилось с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии по ГОСТ EN 14122-2013. По данному методу содержание витамина B_1 определяется как общее содержание тиамина, включая его фосфорилированные производные. Метод основан на экстракции тиамина из пробы путем кислотного гидролиза, последующем ферментативном дефосфорилировании тиамина и его количественном определении с помощью ВЭЖХ с применением предварительной либо послеколоночной конверсии в тиохром.

Определение содержания витамина С проводилось фотометрическим методом по ГОСТ 24556-89. Метод основан на экстрагировании витамина С смесью уксусной и метафосфорной кислот, восстановлении 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия аскорбиновой кислотой с последующей экстракцией органическим растворителем бутилацетатом избытка 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия и фотометрировании органического экстракта при длине волны 500 нм.

Пищевая ценность образцов определялась расчетным способом на основе справочных данных [33]. При этом учитывались потери пищевых веществ при тепловой обработке.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе работы определили содержание витаминов С и B_1 в пряном растительном сырье. Результаты представлены в таблице 1.

Выбор витаминов обусловлен следующими факторами:

– растительное сырье является основным источником поступления витамина С в организм человека, но данный витамин характеризуется крайне низкой устойчивостью к температурным воздействиям;

– витамины группы В отличаются хорошей термолабильностью и наименее подвержены разрушению под действием температуры, в том числе в процессе выпечки.

Таблица 1. Содержание витаминов С и B_1 в пряной зелени (сортосмесь), n = 5

Table 1. C and B_1 in spicy greens (variety mix), n = 5

Показатель, мг/100 г	Физиологическая потребность для взрослых (МР 2.3.1.2432-08), мг/сут	Петрушка (стебель + лист)	Базилик зеленый (стебель + лист)	Сельдерей листовой (стебель + лист)	Сельдерей черешковый (черешки)
Витамин С	90,0	159,9 ± 2,1	19,6 ± 1,5	35,6 ± 1,5	41,2 ± 0,8
Витамин B_1	1,5	2,8 ± 0,5	1,6 ± 0,2	1,2 ± 0,1	1,2 ± 0,1

В этой связи представляла интерес оценка способности пряной зелени выступать в качестве значимых источников данных нутриентов, в том числе в составе других продуктов питания.

Как показывают результаты, исследуемое растительное сырье можно рассматривать как источник витаминов, особенно витамина С. По содержанию витамина С лидирует зелень петрушки, что согласуется с имеющимися литературными данными [3]. Таким образом, свежее пряное сырье можно считать адекватным источником витамина С. Однако для покрытия суточной потребности взрослого человека необходимо употреблять от 60 г (петрушка) до 350 г (базилик) продукта, что проблематично для основной части населения ввиду их специфических вкусовых свойств. В сравнении с содержанием витамина С вся пряная зелень содержит незначительное количество витамина B_1. Потребление 100 г продукта в среднем может покрыть не более 10 % суточной потребности. Так как фактически зелени потребляется значительно меньше 100 г, то рассматривать ее в качестве основного источника данного витамина не целесообразно. Однако рассматриваемое растительное сырье, кроме вышеназванных витаминов, является ценным источником других макро- и микронутриентов, в том числе антиоксидантной направленности. Оно имеет специфические вкусовые характеристики, что позволяет создавать новые вкусовые сочетания и расширять ассортимент традиционной продукции. Поэтому его использование в качестве ингредиентов пищевых продуктов имеет перспективы.

Далее исследовалась возможность введения в заварной полуфабрикат измельченного пряного растительного сырья путем замены 2,5–7,5 % муки в традиционной рецептуре. Зелень измельчалась в блендере до размеров частиц 1–2 мм, масса вводилась в тесто после этапа заваривания и охлаждения вместе с яйцом, чтобы избежать дополнительного температурного воздействия. Выпеченные полуфабрикаты оценивались по совокупности органолептических показателей. Однако основное внимание уделялось гармоничности вкусо-ароматического профиля. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Как показали результаты, введение измельченного пряного сырья привело к ухудшению органолептических показателей заварного полуфабриката. Большего всего пострадали текстура и вкусо-ароматический показатель. При оценке текстуры отмечалось, что мякиш приобретал несвойственный оттенок, вкрапления частиц были чрезмерно выражены, а увеличение количества вносимого сырья приводило к дефектам полости – отличительного признака заварного полуфабриката. Дисгармоничность отмечалась и во вкусе изделия. Дегустаторы низко оценили влияние добавок на вкус изделий, отмечая их несвойственность, негармоничность, наличие посторонних и неприятных привкусов. Из всех видов рассматриваемого сырья наилучшие результаты при оценке вкуса и аромата показало введение измельченных черешков сельдерея. Это объясняется преобладанием кисло-сладкого оттенка в сырье и отсутствием пряной горечи в отличие от других образцов. В этой связи наиболее перспективным для применения выбран данный вид зелени. Однако введение измельченных свежих черешков также

Таблица 2. Результаты органолептической оценки образцов заварного полуфабриката с применением свежего пряного сырья, n = 10

Table 2. Sensory evaluation of choux dough with fresh spicy raw materials, n = 10

Образец	Оценка, балл		
	Внешний вид	Запах и вкус	Текстура
№ 1	4,9 ± 0,3	5,0	4,9 ± 0,3
№ 2	4,5 ± 0,5	3,8 ± 0,4	4,5 ± 0,5
№ 3	3,8 ± 0,6	2,8 ± 0,4	3,8 ± 0,4
№ 4	3,2 ± 0,4	2,3 ± 0,5	2,8 ± 0,4
№ 5	4,5 ± 0,5	4,0	4,6 ± 0,2
№ 6	4,2 ± 0,4	3,6 ± 0,4	3,6 ± 0,6
№ 7	3,8 ± 0,6	2,9 ± 0,3	2,8 ± 0,4
№ 8	4,5 ± 0,5	3,8 ± 0,4	4,0
№ 9	4,4 ± 0,5	3,4 ± 0,4	3,8 ± 0,6
№ 10	3,9 ± 0,3	2,8 ± 0,4	3,6 ± 0,4
№ 11	4,7 ± 0,5	4,4 ± 0,5	4,4 ± 0,4
№ 12	4,4 ± 0,5	4,2 ± 0,3	3,8 ± 0,6
№ 13	4,2 ± 0,4	3,8 ± 0,6	2,9 ± 0,3

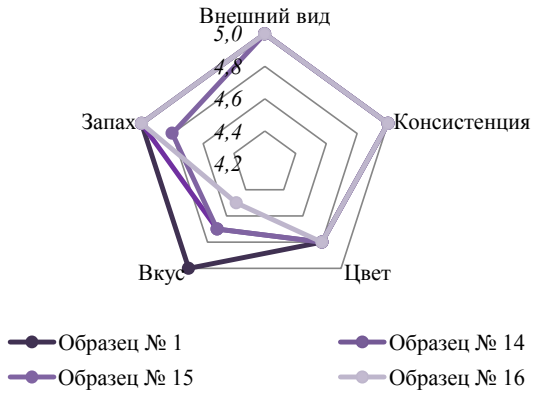

Рисунок 1. Органолептическая оценка образцов полуфабриката заварного «Шу»

Figure 1. Sensory evaluation of choux samples

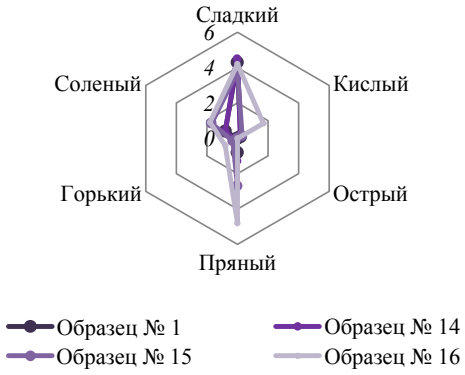

Рисунок 2. Профильно-дескрипторный анализ вкуса образцов полуфабриката заварного «Шу»

Figure 2. Taste profile of choux samples

привело к ухудшению текстуры изделия, поэтому было приято решение о рассмотрении возможности применения порошка из черешков сельдерея.

На следующем этапе была разработана рецептура и технология производства полуфабриката заварного «Шу» с кракелином, приготовленного с добавлением порошка из черешков сельдерея, полученного путем ИК-сушки. Порошок вводили в количестве 2,5, 5 и 7,5 % от массы основного сырья – муки пшеничной высшего сорта.

Экспериментально установлено, что потери витамина С при ИК-сушке сельдерея составили 53–55 %. Это свидетельствует о высокой сохранности наиболее неустойчивого к действию температур витамина и подтверждает перспективность данного вида сушки для растительного сырья с высоким содержанием биологически активных веществ.

Было приготовлено 4 образца полуфабрикатов:
– образец № 1 – контроль;
– образец № 14 – с применением 2,5 % порошка сельдерея;
– образец № 15 – с применением 5 % порошка сельдерея;
– образец № 16 – с применением 7,5 % порошка сельдерея.

Во всех образцах порошок сельдерея добавлялся также и в кракелин в количестве 2,5 % от массы муки.

Результаты органолептической оценки образцов полуфабриката представлены на рисунке 1.

Исходя из данных органолептического анализа, добавление порошка ИК-сушки черешков сельдерея как в заварное тесто, так и в кракелин сохраняет все его показатели, кроме вкуса, на прежнем уровне. При увеличении вложения сырья до максимального значения 7,5 % (образец № 16) гармоничность вкуса снижается в наибольшей степени – до 4,5 балла. Это объясняется специфическим привкусом сельдерея, придающим послевкусие полуфабрикату.

Результаты профильно-дескрипторного анализа вкуса и запаха образцов хлебобулочного изделия показаны на рисунках 2 и 3 соответственно.

Добавление порошка ИК-сушки черешков сельдерея в заварное тесто способствует тому, что вкус опытных образцов становится более пряным и кислым. В наибольшей степени это выражено у образца № 16. При увеличении доли внесения порошка в тесто запах образцов становится более резким и специфичным, но менее интенсивным.

Расчет пищевой ценности образцов полуфабриката заварного представлен в таблице 3.

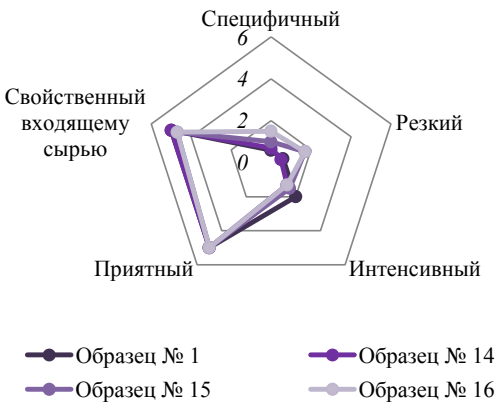

Рисунок 3. Профильно-дескрипторный анализ запаха образцов полуфабриката заварного «Шу»

Figure 3. Aroma profile of choux samples

Таблица 3. Расчет пищевой ценности образцов полуфабриката заварного

Table 3. Nutritional value of choux samples

Наименование пищевых веществ	Суточная норма	Образец № 1		Образец № 14		Образец № 13		Образец № 16	
		Содержание в 1 порции	% от суточной нормы	Содержание в 1 порции	% от суточной нормы	Содержание в 1 порции	% от суточной нормы	Содержание в 1 порции	% от суточной нормы
Белки, г	75	5,3	7,1	5,3	7,0	5,2	7,0	5,2	6,9
Жиры, г	83	8,1	9,7	7,9	9,6	7,8	9,4	7,7	9,3
Углеводы, г	211	18,3	8,7	18,2	8,6	18,0	8,5	17,9	8,5
Пищевые волокна, г	30	1,1	3,7	1,2	4,0	1,2	4,0	1,3	4,3
Энергетическая ценность, ккал	2500	167	6,7	165	6,6	164	6,5	162	6,5
Минеральные вещества, мг									
Na	1300	18,3	1,4	18,8	1,4	19,4	1,5	20,0	1,5
K	2500	5,1	0,2	5,7	0,2	6,2	0,2	6,8	0,3
Ca	1000	4,9	0,5	5,1	0,5	5,3	0,5	5,5	0,6
Mg	400	7,1	1,8	7,4	1,9	7,7	1,9	8,0	2,0
P	800	13,6	1,7	13,8	1,7	14,0	1,7	14,2	1,8
Fe	10	12,6	125,5	12,9	129,1	13,3	132,6	13,6	136,1
Витамины, мг									
B_1	1,5	4,3	284,2	4,2	282,3	4,2	280,5	4,2	278,8
B_2	1,8	10,9	604,3	11,0	610,8	11,1	617,2	11,2	623,6
PP	20	3,0	14,9	3,0	14,9	3,0	15,0	3,0	15,0
C	90	0,2	0,2	1,8	2,0	3,4	3,8	5,0	5,5
Бета-каротин	5	14,7	293,2	18,1	361,9	21,5	430,5	24,9	497,6

Анализ результатов расчета показал, что увеличение вносимой доли порошка ИК-сушки черешков сельдерея не снижает содержание белков и углеводов в выпеченном полуфабрикате. При этом содержание жиров уменьшается на 0,1–0,4 %, энергетическая ценность полуфабриката снизилась незначительно – всего на 2 % (для образца с 5 % порошка). Введение порошка существенно повлияло на содержание витамина С – повышение в 3,6 раза, бета-каротина – повышение на 23 %, менее значимо на содержание железа – повышение на 3 %. Учитывая, что характерной особенностью заварных полуфабрикатов является наличие полости, заполняемой начинкой, актуально продолжить исследования в направлении введения порошка в состав начинки. Таким образом, возможно комплексное улучшение нутриентного статуса кондитерского изделия.

Технологическая схема приготовления полуфабриката заварного «Шу» с использованием порошка черешков сельдерея ИК-сушки представлена на рисунке 4.

Выводы

В результате проведенного исследования доказана целесообразность использования порошка ИК-сушки сельдерея в рецептуре и технологии заварного полуфабриката «Шу» с кракелином как ингредиента, влияющего на органолептические свойства и пищевую ценность полуфабриката.

Увеличение дозы вносимого порошка ИК-сушки сельдерея приводит к возникновению пряного и кислого вкуса у полуфабриката, что является нежелательным, т. к. снижает вкусовые свойства изделий. В связи с этим рациональная доза внесения порошка определена в количестве 5 % от массы пшеничной муки высшего сорта.

Внесение порошка ИК-сушки сельдерея в заварное тесто способствует увеличению содержания в нем витамина B_2 и бета-каротина. При этом содержание других основных пищевых ингредиентов в нем не меняется или меняется незначительно. В связи с этим целесообразно продолжить исследования в направлении введения порошка в состав начинки с целью комплексного улучшения нутриентного статуса кондитерского изделия в комбинации с ингредиентами, маскирующими нежелательные привкусы, свойственные черешкам сельдерея, а также повышающими пищевую ценность полуфабриката.

Критерии авторства

Н. И. Давыденко руководила работой. Все авторы принимали участие в исследованиях, обработке данных и написании текста.

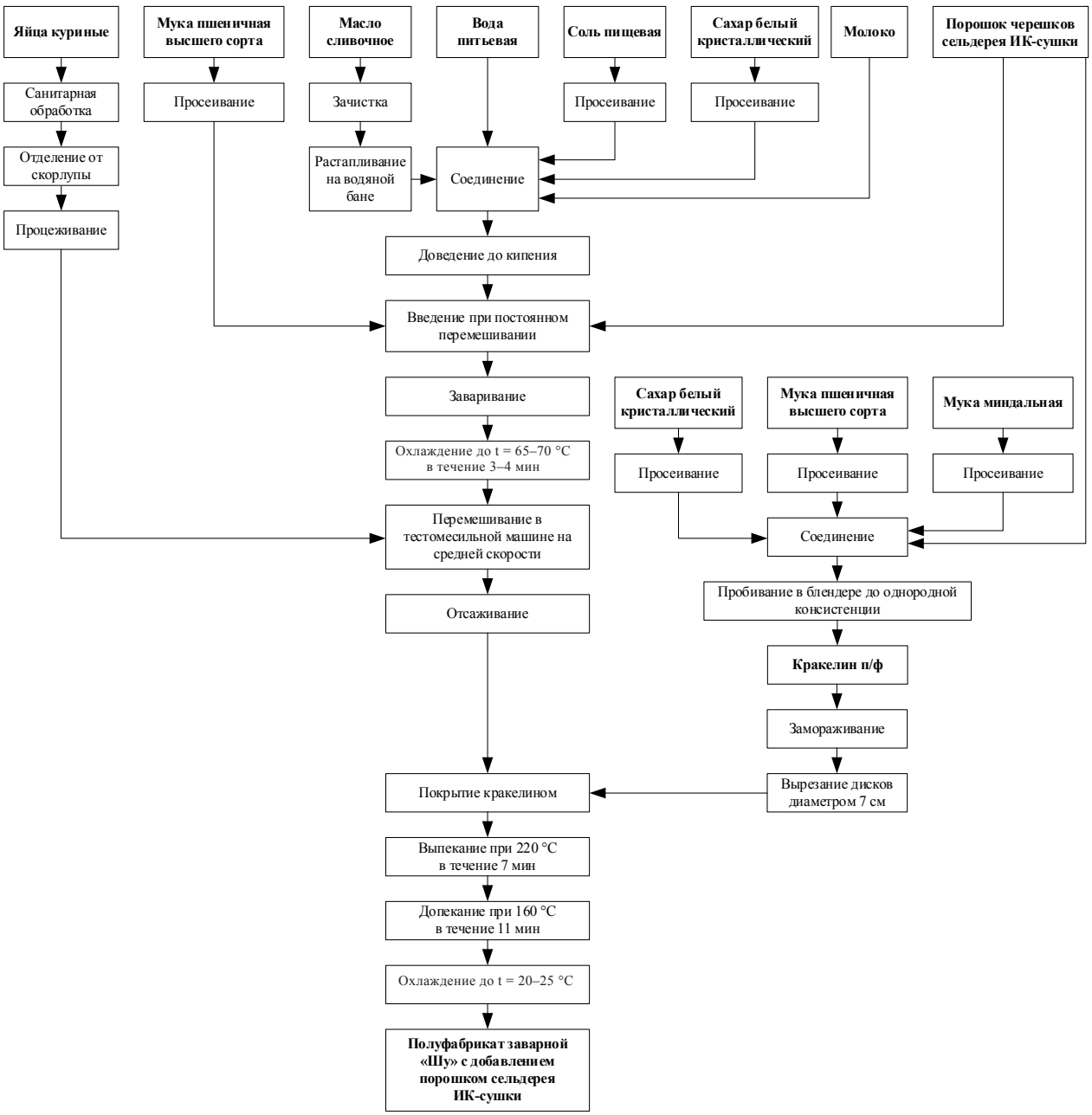

Рисунок 4. Технологическая схема приготовления полуфабриката заварного «Шу» с использованием порошка черешков сельдерея ИК-сушки

Figure 4. Technological scheme for semi-finished choux dough with powdered IR-dried celery stalks

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

N.I. Davydenko supervised the research. Others performed the experiments, processed the obtained data, and wrote the manuscript.

Conflict of interest

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

Список литературы

1. Kalinin N. N., Matraeva L. V., Erokhin S. G. Mechanism of bakery market regulation efficiency improvement in socially oriented economy // Ecological agriculture and sustainable development: materials International scientific and practical conference "Socio-economic and environmental problems agricultural sector of the Russian economy". Belgrade, 2019. P. 107–117.

2. Antioxidant and antimicrobial activity of bacteriocin-producing strains of lactic acid bacteria isolated from the human gastrointestinal tract / A. Yu. Prosekov [et al.] // Progress in Nutrition. 2017. Vol. 19. № 1. P. 67–80. https://doi.org/10.23751/pn.v19i1.5147.

3. Борисова А. В., Макарова Н. В. Антиоксидантная активность *in vitro* пряностей, используемых в питании человека // Вопросы питания. 2016. Т. 85. № 3. С. 120–125.

4. Celery (*Apium graveolens* L.) performances as subjected to different sources of protein hydrolysates / B. B. Consentino [et al.] // Plants. 2020. Vol. 9. № 12. https://doi.org/10.3390/plants9121633.

5. Содержание селена в макаронных изделиях на основе полбяной и гречневой муки, а также овощных порошков / О. Ф. Фазуллина [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2020. Т. 50. № 2. С. 242–251. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-2-242-251.

6. Al Aboody M. S. Cytotoxic, antioxidant, and antimicrobial activities of celery (*Apium graveolens* L.) // Bioinformation. 2021. Vol. 17. № 1. P. 147–156. https://doi.org/10.6026/97320630017147.

7. Биохимический состав *Apium graveolens* VAR. *rapaceum* (Mill.) Gaud / М. И. Иванова [и др.] // Овощи России. 2019. Т. 47. № 3. С. 91–95. https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-91-95.

8. Kooti W., Daraei N. A review of the antioxidant activity of celery (*Apium graveolens* L) // Journal of Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2017. Vol. 22. № 4. P. 1029–1034. https://doi.org/10.1177/2156587217717415.

9. Anti-obesity effects of enzyme-treated celery extract in mice fed with high-fat diet / B. O. Cho [et al.] // Journal of Food Biochemistry. 2020. Vol. 44. № 1. https://doi.org/10.1111/jfbc.13105.

10. Sukarno D. A., Mustika A., Rejeki P. S. Effect of celery extract on fructose induced insulin resistance *Rattus norvegicus* // Folia Medica Indonesiana. 2020. Vol. 56. № 4. P. 269–274.

11. Борисова А. В., Кныш Е. Б., Трофимов А. В. Технология закусочных булочек для предприятий общественного питания // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2020. Т. 377–378. № 5–6. С. 42–45. https://doi.org/10.26297/0579-3009.2020.5-6.9.

12. Лыкова Д. А., Хрипакова Ю. И., Сергеева С. М. Перспективы использования стебля сельдерея в производстве сладких блюд // Научные исследования XXI века. 2020. Т. 6. № 4. С. 25–29.

13. Омаров М. М., Абдулхаликов З. А., Хайтмазова Д. Р. Производство нового диетического продукта из капусты, столовой свеклы, моркови, тыквы и сельдерея // Пищевая промышленность. 2018. № 7. С. 8–10.

14. Способ производства хлебобулочных изделий: пат. 2653878C1 Рос. Федерация. № 2016151080 / Грициенко Е. Г. [и др.]; заявл. 23.12.2016; опубл. 15.05.2018; Бюл. № 14. 7 с.

15. Станкевич Г. Н., Беленькая И. Р., Голинская Я. А. Оптимизация рецептур овощных десертов на основе корня сельдерея // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2016. Т. 350–351. № 2–3. С. 93–97.

16. Physical and sensory properties of bread enriched with phenolic aqueous extracts from vegetable wastes / A. Baiano [et al.] // Czech Journal of Food Sciences. 2015. Vol. 33. № 3. P. 247–253. https://doi.org/10.17221/528/2014-CJFS.

17. Антиоксидантный статус сельдерея (*Apium graveolens* L.) / В. А. Харченко [и др.] // Овощи России. 2020. № 2. С. 82–86. https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-82-86.

18. Gilingerne M. P., Orban C., Csajbokne E. C. Antioxidant activity of fresh cut green and dried spices // Acta Horticulturae. 2018. Vol. 1209. P. 151–155. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1209.22.

19. Rizzo V., Muratore G. Effect of packaging on shelf life of fresh celery // Journal of Food Engineering. 2009. Vol. 90. № 1. P. 124–128. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.06.011.

20. Evaluation of storage stability of dried powdered coriander, parsley and celery leaves based on the moisture sorption isotherms and glass transition temperature / I. Staniszewska [et al.] // LWT. 2021. Vol. 146. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111440.

21. Иванова Н. Н., Иванов Д. И., Филимонова О. С. Влияние добавки из сушеного корнеплода сельдерея на биологическую ценность пшеничного хлеба // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 63–3. С. 87–90. https://doi.org/10.18411/lj-07-2020-78.

22. Effects of celery powder on wheat dough properties and textural, antioxidant and starch digestibility properties of bread / N. Wang [et al.] // Journal of Food Science and Technology. 2020. Vol. 57. № 5. P. 1710–1718. https://doi.org/10.1007/s13197-019-04204-8.

23. Хлебопекарная композиция профилактического назначения: пат. 2639977C1 Рос. Федерация. № 2016147776 / Иванова Н. Н., Иванов Д. И., Артюшкина Е. П.; заявл. 07.12.2016; опубл. 25.12.2017; Бюл. № 36. 7 с.

24. Фазуллина О. Ф., Смирнов С. О., Королев А. А. Макаронные изделия из цельнозерновой муки полбы и порошков брокколи и сельдерея // Хранение и переработка сельхозсырья. 2020. № 1. С. 86–98. https://doi.org/10.36107/spfp.2020.221.

25. Effects of hot air and combined microwave and hot air drying on the quality attributes of celery stalk slices / Y. Chen [et al.] // Journal of Food Processing and Preservation. 2020. Vol. 44. № 1. https://doi.org/10.1111/jfpp.14310.

26. Nguen M. P. Study on feasibility of tea production from celery (*Apium graveolens*) // Research on Crops. 2020. Vol. 21. № 2. P. 396–401. https://doi.org/10.31830/2348-7542.2020.066.

27. Effects of oven, microwave and vacuum drying on drying characteristics, colour, total phenolic content and antioxidant capacity of celery slices / A. Özkan Karabacak [et al.] // Quality Assurance and Safety of Crops and Foods. 2018. Vol. 10. № 2. P. 193–205. https://doi.org/10.3920/QAS2017.1197.

28. Khalilian Movahhed M., Mohebbi M. Spray drying and process optimization of carrot-celery juice // Journal of Food Processing and Preservation. 2016. Vol. 40. № 2. P. 212–225. https://doi.org/10.1111/jfpp.12598.

29. The use of pulsed infrared drying in the processing of leafy plant raw materials / A. N. Sapozhnikov [et al.] // Journal of Physics: Conference Series. 2020. Vol. 1677. № 2. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1677/1/012177.

30. Pulsed infrared radiation for drying raw materials of plant and animal origin / I. V. Buyanova [et al.] // Foods and Raw Materials. 2019. Vol. 7. № 1. P. 151–160. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2019-1-151-160.

31. Сушилка инфракрасная: пат. 2265169C2 Рос. Федерация. № 2003136840/06 / Волончук С. К.; заявл. 19.12.2003; опубл. 27.11.2005; Бюл. № 33. 6 с.

32. Матисон В. А., Арутюнова Н. И., Горячева Е. Д. Применение дескрипторно-профильного метода для оценки качества продуктов питания // Пищевая промышленность. 2015. № 6. С. 52–54.

33. Тутельян В. А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания. М.: ДеЛи плюс, 2012. 284 с.

References

1. Kalinin NN, Matraeva LV, Erokhin SG. Mechanism of bakery market regulation efficiency improvement in socially oriented economy. Ecological agriculture and sustainable development: materials International scientific and practical conference “Socio-economic and environmental problems agricultural sector of the Russian economy”; 2018; Chelyabinsk. Belgrade: Research Development Center-FBEE; p. 107–117.

2. Prosekov AYu, Dyshlyuk LS, Milentyeva IS, Sykhikh SA, Babich OO, Ivanova SA, et al. Antioxidant and antimicrobial activity of bacteriocin-producing strains of lactic acid bacteria isolated from the human gastrointestinal tract. Progress in Nutrition. 2017;19(1):67–80. https://doi.org/10.23751/pn.v19i1.5147.

3. Borisova AV, Makarova NV. *In vitro* antioxidant activity of spices used in human nutrition. Problems of Nutrition. 2016;85(3):120–125. (In Russ.).

4. Consentino BB, Virga G, la Placa GG, Sabatino L, Rouphael Y, Ntatsi G, et al. Celery (*Apium graveolens* L.) performances as subjected to different sources of protein hydrolysates. Plants. 2020;9(12). https://doi.org/10.3390/plants9121633.

5. Fazullina OF, Ponomareva SM, Smirnov SO, Semenova LI. Selenium content in spelt, buckwheat, and vegetable pasta. Food Processing: Techniques and Technology. 2020;50(2):242–251. (In Russ.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-2-242-251.

6. Al Aboody MS. Cytotoxic, antioxidant, and antimicrobial activities of celery (*Apium graveolens* L.). Bioinformation. 2021;17(1):147–156. https://doi.org/10.6026/97320630017147.

7. Ivanova MI, Alekseeva KL, Zelenkov VN, Kornev AV, Kashleva AI. Biochemical composition of *Apium graveolens* VAR. *rapaceum* (Mill.) Gaud. Vegetable Crops of Russia. 2019;47(3):91–95. (In Russ.). https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-91-95.

8. Kooti W, Daraei N. A review of the antioxidant activity of celery (*Apium graveolens* L). Journal of Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2017;22(4):1029–1034. https://doi.org/10.1177/2156587217717415.

9. Cho BO, Che DN, Shin JY, Kang HJ, Kim JH, Jang SI. Anti-obesity effects of enzyme-treated celery extract in mice fed with high-fat diet. Journal of Food Biochemistry. 2020;44(1). https://doi.org/10.1111/jfbc.13105.

10. Sukarno DA, Mustika A, Rejeki PS. Effect of celery extract on fructose induced insulin resistance *Rattus norvegicus*. Folia Medica Indonesiana. 2020;56(4):269–274.

11. Borisova AV, Knysh EB, Trofimov AV. Technology of appetizer buns for public catering establishments. News of Institutes of Higher Education. Food Technology. 2020;377–378(5–6):42–45. (In Russ.). https://doi.org/10.26297/0579-3009.2020.5-6.9.

12. Lykova DA, Khripakova YuI, Sergeeva SM. Prospects for the use of celery stalk in the production of sweet dishes. Nauchnye issledovaniya XXI veka [Scientific research of the XXI century]. 2020;6(4):25–29. (In Russ.).

13. Omarov MM, Abdulhalikov ZA, Hajtmazova DR. Manufacture of a new dietary product from cabbage, beetroot, carrot, pumpkin and celery. Food Industry. 2018;(7):8–10. (In Russ.).

14. Gritsienko EG, Dolganova NV, Katkova AS, Mironova EA, Putilov RA. Method for production of bakery products. Russia patent RU 2653878C1. 2018.

15. Stankevich GN, Belenkaya IR, Golinskaya YaA. Optimization of the vegetable dessert formulas based on celery root. News of Institutes of Higher Education. Food Technology. 2016;350–351(2–3):93–97. (In Russ.).

16. Baiano A, Viggiani I, Terracone C, Romaniello R, Del Nobile MA. Physical and sensory properties of bread enriched with phenolic aqueous extracts from vegetable wastes. Czech Journal of Food Sciences. 2015;33(3):247–253. https://doi.org/10.17221/528/2014-CJFS.

17. Kharchenko VA, Moldovan AI, Golubkina NA, Koshevarov AA, Gianluca C. Antioxidant status of celery (*Apium graveolens* L.). Vegetable Crops of Russia. 2020;(2):82–86. (In Russ.). https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-82-86.

18. Gilingerne MP, Orban C, Csajbokne EC. Antioxidant activity of fresh cut green and dried spices. Acta Horticulturae. 2018;1209:151–155. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1209.22.

19. Rizzo V, Muratore G. Effect of packaging on shelf life of fresh celery. Journal of Food Engineering. 2009;90(1):124–128. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.06.011.

20. Staniszewska I, Dzadz L, Nowak KW, Zielinska M. Evaluation of storage stability of dried powdered coriander, parsley and celery leaves based on the moisture sorption isotherms and glass transition temperature. LWT. 2021;146. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111440.

21. Ivanova NN, Ivanov DI, Filimonova OS. Vliyanie dobavki iz sushenogo korneploda sel′dereya na biologicheskuyu tsennost′ pshenichnogo khleba [Effect of additives from dried celery root on the biological value of wheat bread]. Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya [Trends in Science and Education]. 2020;(63–3):87–90. (In Russ.). https://doi.org/10.18411/lj-07-2020-78.

22. Wang N, Xu Y, Chao H, Zhang M, Zhou Y, Wang M. Effects of celery powder on wheat dough properties and textural, antioxidant and starch digestibility properties of bread. Journal of Food Science and Technology. 2020;57(5):1710–1718. https://doi.org/10.1007/s13197-019-04204-8.

23. Ivanova NN, Ivanov DI, Artyushkina EP. Bakery composition of preventive purpose. Russia patent RU 2639977C1. 2017.

24. Fazullina OF, Smirnov SO, Korolev AA. Pasta from wholegrain spelt flour and broccoli and celery powders. Storage and Processing of Farm Products. 2020;(1):86–98. (In Russ.). https://doi.org/10.36107/spfp.2020.221.

25. Chen Y, Song C, Li Z, Chen H, Jin G. Effects of hot air and combined microwave and hot air drying on the quality attributes of celery stalk slices. Journal of Food Processing and Preservation. 2020;44(1). https://doi.org/10.1111/jfpp.14310.

26. Nguen MP. Study on feasibility of tea production from celery (*Apium graveolens*). Research on Crops. 2020;21(2):396–401. https://doi.org/10.31830/2348-7542.2020.066.

27. Özkan Karabacak A, Suna S, Tamer CE, Çopur ÖU. Effects of oven, microwave and vacuum drying on drying characteristics, colour, total phenolic content and antioxidant capacity of celery slices. Quality Assurance and Safety of Crops and Foods. 2018;10(2):193–205. https://doi.org/10.3920/QAS2017.1197.

28. Khalilian Movahhed M, Mohebbi M. Spray drying and process optimization of carrot-celery juice. Journal of Food Processing and Preservation. 2016;40(2):212–225. https://doi.org/10.1111/jfpp.12598.

29. Sapozhnikov AN, Sleptsov SD, Grishin MA, Kopylova AV, Levin TA. The use of pulsed infrared drying in the processing of leafy plant raw materials. Journal of Physics: Conference Series. 2020;1677(2). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1677/1/012177.

30. Buyanova IV, Altukhov IV, Tsuglenok NV, Krieger OV, Kashirskih EV. Pulsed infrared radiation for drying raw materials of plant and animal origin. Foods and Raw Materials. 2019;7(1):151–160. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2019-1-151-160.

31. Volonchuk SK. Infrared dryer. Russia patent RU 2265169C2. 2005.

32. Matison VA, Arutyunova NI, Goryacheva ED. Application of descriptor-profile method to assess the food quality. Food Industry. 2015;(6):52–54. (In Russ.).

33. Tutel′yan VA. Khimicheskiy sostav i kaloriynost′ rossiyskikh produktov pitaniya [Chemical composition and caloric content of Russian food products]. Moscow: DeLi plyus; 2012. 284 p. (In Russ.).