

Дарья Васильевна Пономарева^{1✉}, Анастасия Валерьевна Копылова²

^{1,2}Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

¹Сибирский ФНЦ агробиотехнологий РАН, Краснообск, Новосибирская область, Россия

¹gurovadv@mail.ru

²tasyta7@ya.ru

ВЛИЯНИЕ ПОРОШКА ПАПОРОТНИКА, ОБРАБОТАННОГО ИК-ИЗЛУЧЕНИЕМ, НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА БЕЛЬГИЙСКИХ ВАФЕЛЬ

Цель исследований – изучить влияние порошка папоротника-орляка, обработанного ИК-излучением, на органолептические показатели качества бельгийских вафель. Задачи: разработка рецептуры и технологии приготовления бельгийских вафель из пшеничной муки и порошка папоротника-орляка, обработанных ИК-излучением; проведение органолептического анализа качества образцов бельгийских вафель. Объекты исследования – образцы бельгийских вафель, выпеченные на основе пшеничной муки высшего сорта с частичной заменой на порошок ИК-сушки папоротника-орляка по технологии, соответствующей традиционной рецептуре бельгийских вафель (для контрольного образца): контрольный образец (К. О.) – бельгийские вафли на основе пшеничной муки; образцы № 1, № 2, № 3 – бельгийские вафли с заменой соответственно 4; 6; 8 % пшеничной муки высшего сорта на порошок ИК-сушки папоротника-орляка. Основным сырьем рецептур теста для вафель служила мука пшеничная высшего сорта торговая марка «Алейка» (Россия, Алтайский край, г. Алейск), обработанная ИК-излучением, и порошок ИК-сушки папоротника-орляка, полученный самостоятельно из свежего растительного сырья. Дополнительным сырьем были сахар, сухие дрожжи, соль, молоко 2,5 % жирности, яйца куриные и сливочное масло 82,5 % жирности. Пшеничная мука также подверглась инфракрасному излучению для усиления клейковины. Для оценки органолептических свойств готовые образцы бельгийских вафель оценивались по внешнему виду, консистенции, цвету, запаху и вкусу по ГОСТ 31986-2012 «Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки продуктов общественного питания». Результаты исследования позволяют определить оптимальные условия ИК-обработки и сделать выводы о влиянии ИК-излучения на качество продуктов питания. Использование инфракрасного излучения при сушке пищевых продуктов рассматривается как перспективный метод, сохраняющий витамины и биологически активные вещества. Исследование имеет практическое значение для разработки и оптимизации рецептур мучных кондитерских изделий с повышенной пищевой ценностью на основе растительного сырья.

Ключевые: мучные кондитерские изделия, вафли, ИК-излучение, порошок папоротника, папоротник, органолептические показатели, обработка муки

Для цитирования: Пономарева Д.В., Копылова А.В. Влияние порошка папоротника, обработанного ИК-излучением, на органолептические показатели качества бельгийских вафель // Вестник КрасГАУ. 2025. № 11. С. 223–236. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-11-223-236.

Daria Vasilievna Ponomareva^{1✉}, Anastasia Valerievna Kopylova²

^{1,2}Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

¹Siberian FSC of Agrobiotechnology of the RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russia

¹gurovadv@mail.ru

²tasyta7@ya.ru

EFFECT OF FERN POWDER TREATED BY IR RADIATION ON BELGIAN WAFFLES ORGANOLEPTIC QUALITY INDICATORS

The aim of research is to study the effect of bracken powder treated with IR radiation on the organoleptic quality indicators of Belgian waffles. Tasks: development of a recipe and technology for the preparation of Belgian waffles from wheat flour and bracken powder treated with IR radiation; conducting an organoleptic analysis of the quality of Belgian waffle samples. Objects of the study are samples of Belgian waffles baked on the basis of premium wheat flour with a partial replacement with IR-dried bracken powder using the technology corresponding to the traditional recipe of Belgian waffles (for the control sample): control sample (CS) – Belgian waffles based on wheat flour; samples № 1, № 2, № 3 – Belgian waffles with the replacement of 4; 6; 8 % premium wheat flour for IR-dried bracken powder. The primary ingredients in the waffle dough recipes were premium-grade wheat flour (Aleika brand, Aleisk, Altai Region, Russia), treated with infrared radiation, and infrared-dried bracken powder, which was obtained independently from fresh plant material. Additional ingredients included sugar, dry yeast, salt, 2.5 % fat milk, chicken eggs, and 82.5 % fat butter. The wheat flour was also treated with infrared radiation to strengthen the gluten. To evaluate the organoleptic properties, the finished Belgian waffle samples were assessed for appearance, consistency, color, aroma, and taste in accordance with GOST 31986-2012 "Foodservices. Method for organoleptic evaluation of foodservice products." The results of the study make it possible to determine the optimal conditions for IR processing and draw conclusions about the impact of IR radiation on the quality of food products. The use of infrared radiation in drying food products is considered a promising method for preserving vitamins and biologically active substances. Research has practical implications for the development and optimization of plant-based flour confectionery recipes with enhanced nutritional value.

Keywords: flour confectionery, wafers, infrared radiation, fern powder, fern, organoleptic properties, flour processing

For citation: Ponomareva DV, Kopylova AV. Effect of fern powder treated by IR radiation on Belgian waffles organoleptic quality indicators. *Bulletin of KSAU*. 2025;(11):223-236. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-11-223-236.

Введение. Мучные изделия являются популярным продуктом среди населения России. Их особенностью является то, что благодаря своему рецептурному составу и технологии производства они могут производиться на предприятиях, относящихся как к отрасли пищевой промышленности, так и общественного питания (индустрии питания). В первом случае они производятся на высокопроизводительных автоматизированных и механизированных поточных технологических линиях, во втором используется преимущественно ручная работа в специализированных цехах по производству мучных и кондитерских изделий. Также мучные изделия могут приготавливаться и употребляться в пищу в бытовых условиях, однако наличие большого количества ингредиентов и технологических операций над ними смещает фокус в сторону приобретения продукции, изготовленной на специализированных предприятиях.

Недостатками традиционного ассортимента мучных кондитерских изделий является их высокая энергетическая и пониженная пищевая

ценность, обусловленная наличием в рецептурах изделий высокого содержания сахара, пищевых жиров растительного и животного происхождения, молочных и яичных продуктов и др. Кроме того, мучные кондитерские изделия, как правило, содержат малое количество витаминов и минеральных веществ. Существуют различные способы устранения данных недостатков, прежде всего за счет повышения пищевой ценности изделий.

Известным видом мучных кондитерских изделий в России и за рубежом являются вафли. Отличительной особенностью данного вида изделия является рельефный узор и, в некоторых случаях, хрустящая консистенция. Название изделия происходит от немецкого слова «Waffel», что в переводе означает «соты», «ячейки» и указывает на ячеистую поверхность изделия.

Широкий ассортимент вафель, их привлекательность для потребителей определяют актуальность разработки новых рецептур вафель, в т. ч. не распространенных в России. Так,

представляет интерес расширить ассортимент вафель путем повышения их пищевой ценности за счет внесения в их рецептуру дополнительных ингредиентов натурального происхождения либо полной замены отдельных ингредиентов на другие.

Среди различных групп продовольственных товаров рынок мучных изделий занимает в России одно из первых мест. Хлебобулочные, мучные, в т. ч. мучные кондитерские изделия являются широко потребляемыми пищевыми продуктами [1]. Это объясняется тем, что хлеб, хлебобулочные и мучные (в т. ч. мучные кондитерские) изделия традиционны в питании поклоняющего большинства населения России и входят в рационы практически всех его групп.

В отличие от хлеба и хлебобулочных изделий некоторые виды мучных изделий, и в т. ч. мучные кондитерские изделия, не являются продуктами первой необходимости, однако пользуются стабильно высоким спросом в стране. Благодаря освоенным технологиям производства, доступности сырья и другим факторам они обладают приемлемыми ценами и высокими органолептическими показателями. Несмотря на стабильность спроса, следует учесть, что рынок мучных кондитерских изделий тоже может быть подвержен различным колебаниям и изменениям, которые важно отслеживать с целью разработки и исполнения мероприятий по его стабилизации.

Разработка и практическое внедрение новых видов мучных изделий, отличающихся оригинальной технологией производства, перечнем применяемых ингредиентов, отсутствием химических добавок и улучшителей и обладающих привлекательными для потребителя органолептическими свойствами, являются одним из направлений в развитии индустрии питания России. Если говорить о мучных изделиях, вырабатываемых на промышленных предприятиях по традиционным рецептограм и технологиям, то они прежде всего предназначены для покрытия базовых потребностей населения, в то время как новые виды мучных изделий, производимые в меньших объемах на предприятиях индустрии питания, могут обладать повышенной пищевой ценностью и привлекательными для потребителя органолептическими показателями.

В связи с этим немаловажным направлением в российской индустрии питания является разработка и внедрение рецептур мучных изделий

с использованием различных ингредиентов натурального происхождения, которые повышают не только органолептические свойства готовой продукции, но также и ее пищевую ценность. В этом отношении большой интерес представляет растительное сырье, в т. ч. нетрадиционное, которое может быть использовано как в натуральном, так и переработанном виде.

Существуют различные пути повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий, основным из которых является использование в рецептурах изделий дополнительных ингредиентов натурального происхождения, преимущественно растительного.

Для повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий может применяться разнообразное растительное сырье как в натуральном, так и переработанном виде. При этом исследования в этой области в большинстве случаев не находили практического применения. В свою очередь, реальные практические разработки в данном направлении не находили отражения в научных публикациях, вследствие чего представленную информацию можно характеризовать как тенденцию в исследуемом направлении. Вместе с тем данная тенденция показывает, что несмотря на многообразие используемого растительного сырья, ряд видов сырья не был исследован досконально.

Следовательно, представляет интерес исследование новых нетрадиционных видов сырья в рецептурах мучных кондитерских изделий. Таким нетрадиционным сырьем может быть папоротник-орляк, так как, несмотря на его высокую пищевую ценность, его использование в данном направлении практически не осуществлялось.

Традиционно называемый папоротником-орляком является орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum*). Он представляет собой многолетний травянистый папоротник; вид рода Орляк семейства Dennstaedtiaceae, по загнутому краю листочка и продольному крытому ряду спорангииев легко отличимый от других папоротников. В первые несколько дней на листьях образуются хребты, верхняя часть которых имеет сходство с улиткой благодаря своей закрученности. Эти хребты называют рахисами. Рахисы орляка возрастом не более 5 дней, высотой не более 20 см, до момента первого ветвления с верхушкой, закру-

ченной в улитку, являются пригодными для использования в пищу [2].

Как пищевое сырье, папоротники известны с давних времен. Имеются данные исследований, что папоротники активно употреблялись в пищу маори – коренным населением Новой Зеландии [3], а также коренным населением северо-запада Британской Колумбии и западной территории штата Вашингтон (ныне – США). Широко применяются папоротники и в Китае.

В России папоротники традиционно употребляются в пищу на Дальнем Востоке, откуда они распространились на рынок всей страны [4–6]. При этом наиболее популярным видом папоротника является папоротник-орляк.

Существуют различные способы использования папоротника в пищу. Так, в работе А.А. Синяевой рассмотрены способы использования пюре/пасты папоротника в рецептурах и технологиях рубленых полуфабрикатов и паштетов, что повысит пищевую ценность изделий и снизит их себестоимость [7].

О.В. Скрипко с соавторами предложено использование пасты из соленого папоротника в качестве ингредиента соево-грибной пасты, которую в дальнейшем сушат и гранулируют. Данный продукт обладает повышенной пищевой ценностью и функциональными свойствами [8, 9].

Возможно использование папоротника в качестве ингредиента в национальных видах пищевой продукции. Так, М.В. Доржиева и И.В. Хамаганова применяли папоротник в рецептурах продукции из конины [10]. Е.В. Мельникова с соавторами получали пищевой порошок из папоротника-орляка и использовали его в рецептурах пельменей из мяса оленя [11]. В свою очередь, Е.А. Рыгалова с соавторами добавляли порошок из папоротника-орляка в фарш для пельменей в свежем виде, при этом его количество составило 20 % от мясного сыра [12].

Н.А. Величко с соавторами добавляли порошок из папоротника-орляка в мясной рубленый полуфабрикат из мяса оленины [11].

О.В. Скрипко и Н.С. Бодруг разработан и запатентован способ приготовления комбинированного рыбного фарша функционального назначения, где соево-папоротниковый гранулят является дополнительным ингредиентом к основному продукту – рыбе [13].

Так как собранный папоротник хранится недолго, актуальным является его переработка на

полуфабрикаты длительного хранения. Традиционными способами продления сроков хранения для папоротника являются его хранение в замороженном и соленом виде [2], однако данные способы могут быть трудоемкими и требовать дополнительных энергозатрат на поддержание условий хранения. Альтернативным способом переработки папоротника на полуфабрикат длительного хранения является его сушка, в т. ч. с приготовлением порошка.

Е.В. Мельникова получала порошок из папоротника путем его сушки на воздухе после предварительной обработки с последующим измельчением [11]. Данный способ позволяет сохранить в полуфабрикате полезные вещества, однако отличается значительной длительностью.

Имеются данные по использованию порошка из папоротника в рецептурах песочного печенья и бисквита. Авторами отмечается, что добавление порошка из побегов папоротника-орляка по сравнению с контрольными образцами увеличивает в готовой продукции содержание пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ, что повышает пищевую ценность продукции [14].

Папоротники имеют специфический вкус и запах, который важно замаскировать при их использовании в пищу. Е.М. Elsebaieet al. использовали инкапсуляцию папоротника азолла с целью маскировки его вкуса и запаха, а также сохранения антиоксидантной активности. Инкапсулированный порошок папоротника добавляли в кондитерское изделие макаруны [15].

А. Kaur et al. было проведено исследование, показавшее, что порошок из папоротника азолла в количестве 10 % от массы сырьевого набора в наибольшей степени повышает пищевую ценность в отношении содержания белков, минеральных веществ и антиоксидантной активности и улучшает органолептические свойства пасты из манной муки [16].

Проведенный анализ источников показал перспективность использования порошка из папоротника в рецептурах мучных изделий, так как данный вопрос был изучен недостаточно, поскольку папоротник в свежем и переработанном виде используется преимущественно при приготовлении кулинарной продукции.

Папоротник-орляк является сезонным продуктом, поэтому актуальным является вопрос о продлении сроков его хранения путем переработки исходного сырья. Имеется возможность засолки, охлаждения и замораживания папо-

ротника, однако у всех них имеются свои недостатки. Так, засолка уничтожает токсин птаквилизид, однако превышение порогового количества соли резко снижает органолептические свойства папоротника. Охлаждение и замораживание в большинстве случаев требуют дополнительных затрат энергии на поддержание температуры хранения. Следовательно, рациональным способом сохранения исходных свойств папоротника является его сушка.

Общим для всех видов сушки, кроме инфракрасной (ИК), является сложное машинно-аппаратурное оформление процессов с целью оптимизации энергозатрат и соблюдения требований безопасности, а также устранения недостатков для каждого из процессов. В свою очередь, оптимальным является использование ИК-сушки, так как она обладает меньшим количеством недостатков, которые могут быть устранены за счет улучшения конструкции сушильного аппарата и оптимизации режима сушки. Получаемый продукт обладает высокими органолептическими свойствами, а вещества, содержащиеся в исходном сырье, сохраняются на максимальном уровне и могут быть использованы для повышения пищевой ценности обогащаемой продукции.

Новизна исследований заключается в том, что в представленной работе впервые разработаны рецептуры и технологии производства мучных изделий с повышенной пищевой ценностью за счет использования порошка ИК-сушки папоротника.

Практическая значимость заключается в расширении ассортимента мучных изделий за счет использования в их рецептурах порошков ИК-сушки, что незначительно меняет технологию производства продукции и ее продажную цену. Разработанные рецептуры и технологии могут быть внедрены на предприятиях индустрии питания различной мощности, специализации и формы собственности.

Цель исследования – изучить влияние порошка папоротника-орляка, обработанного ИК-излучением, на органолептические показатели качества бельгийских вафель.

Задачи: разработка рецептуры и технологии приготовления бельгийских вафель из пшеничной муки и порошка папоротника-орляка, обработанных ИК-излучением; проведение органолептического анализа качества образцов бельгийских вафель.

Объекты и методы. В качестве основной рецептуры использовалось традиционное тесто для бельгийских вафель на основе пшеничной муки высшего сорта. В свою очередь часть пшеничной муки в экспериментальных образцах была заменена порошком ИК-сушки папоротника-орляка.

Основным сырьем рецептур теста для вафель служила мука пшеничная высшего сорта торговая марка «Алейка» (Россия, Алтайский край, г. Алейск), обработанная ИК-излучением, и порошок ИК-сушки папоротника-орляка, полученный самостоятельно из свежего растительного сырья. Дополнительным сырьем были сахар, сухие дрожжи, соль, молоко 2,5 % жирности, яйца куриные и сливочное масло 82,5 % жирности.

Для получения вафельного теста подготовленные сухие ингредиенты перемешивают со сливочным маслом. Подготовленные яйца соединяют с молоком до однородной смеси, после чего процеживают. Далее яично-молочную смесь интенсивно перемешивают со смесью сыпучих ингредиентов и сливочного масла до образования однородной консистенции теста. Готовое тесто оставляют для брожения в течение 30–40 мин при 35–40 °С. Вафли выпекают на специализированной сковороде или вафельнице при 160–180 °С в течение 4–5 мин, после чего охлаждают при комнатной температуре и подают.

В опытных рецептурах бельгийских вафель пшеничная мука высшего сорта частично была заменена папоротниковым порошком ИК-сушки в количестве 4; 6; 8 %. При этом пшеничная мука также подверглась инфракрасному излучению для усиления клейковины.

Объект исследования – образцы бельгийских вафель, выпеченные на основе пшеничной муки высшего сорта с частичной заменой на порошок ИК-сушки папоротника-орляка по технологии, соответствующей традиционной рецептуре бельгийских вафель (для контрольного образца):

- контрольный образец (К. О.) – бельгийские вафли на основе пшеничной муки;
- образец № 1 – бельгийские вафли с заменой 4 % пшеничной муки высшего сорта на порошок ИК-сушки папоротника-орляка;
- образец № 2 – бельгийские вафли с заменой 6 % пшеничной муки высшего сорта на порошок ИК-сушки папоротника-орляка;

– образец № 3 – бельгийские вафли с заменой 8 % пшеничной муки высшего сорта на порошок ИК-сушки папоротника-орляка.

В таблице 1 представлены рецептуры образцов бельгийских вафель на основе пшеничной муки с частичной заменой на порошок ИК-сушки папоротника-орляка.

Таблица 1

**Рецептуры образцов бельгийских вафель, г
Recipes of Belgian waffle samples, g**

Сырье и продукты	К. О.	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
Мука пшеничная высшего сорта	100	96	94	92
Дрожжи сухие	1	1	1	1
Соль	1	1	1	1
Сахар	5	5	5	5
Яйца куриные	½ шт.	½ шт.	½ шт.	½ шт.
Молоко 2,5 %	80	80	80	80
Масло сливочное 82,5 %	20	20	20	20
Порошок папоротника ИК-сушки	–	4	6	8
Масса теста			225	
Выход			200	

Для оценки органолептических свойств готовые образцы бельгийских вафель охлаждались до комнатной температуры 20–25 °C и оценивались по внешнему виду, консистенции, цвету, запаху и вкусу по ГОСТ 31986-2012 «Услуги общественного питания». Метод органолептической оценки продуктов общественного питания». Каждый показатель эксперты оценивали по 5-балльной шкале, где 5 – максимальный балл, 1 – минимальный балл. В результате оценки были получены средние баллы по каждому из параметров, на основе которых были построены профилограммы, наглядно отражающие сравнительные органолептические характеристики исследуемых образцов бельгийских вафель.

Получение порошков осуществлялось в условиях технологической лаборатории кафедры «Технологии и организации пищевых производств» НГТУ на инфракрасной сушилке, изготовленной в соответствии с патентом РФ № 2265169 (Копылова А.В. Применение порошков из растительного сырья инфракрасной сушилки для повышения пищевой ценности мучных и хлебобулочных изделий: дис. ... канд. техн. наук. Кемерово, 2022. 204 с.).

Предварительная подготовка включала в себя взвешивание, мойку и нарезку побегов папоротника. Далее побеги папоротника вымачивались в соленой воде, после чего их промывали и высушивали. Сушка сырья заканчивалась по достижении в сырье 10 % влажности.

Измельчение сушеного сырья осуществлялось на лабораторной мельнице с аэродинамической классификацией FDV производительностью 4 кг/ч для сушеного растительного сырья с частотой вращения ножей 30 000 об/мин.

Оптимальными критериями сушки порошка были установлены температура 60 °C и продолжительность 3,5–4 ч, оптимальное время измельчения составило 3 мин.

Образцы изделий оценивались после их естественного охлаждения при температуре 20–25 °C по внешнему виду, запаху, цвету и консистенции согласно ГОСТ 31986-2012 «Услуги общественного питания». Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания». Каждый из показателей оценивался по 5-балльной шкале, где 5 баллов – высшая оценка, 1 балл – низшая оценка.

Оценка проводилась дегустационной комиссией, состоящей из преподавателей кафедры ТОПП и студентов факультета бизнеса НГТУ НЭТИ, в количестве 5 человек.

В результате оценки выводились итоговые значения баллов по каждому показателю. По результатам оценки для образцов были построены профилограммы, наглядно отражающие их сравнительную характеристику по органолептическим показателям.

Физико-химические показатели (химический состав и энергетическая ценность) готовых изделий по показателям, аналогичным для по-

рошков ИК-сушки, определялись стандартными методами в лабораториях Сибирского научно-исследовательского и технологического института переработки сельскохозяйственной продукции ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук». Полученные значения сравнивались с нормами, представленными в МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потреб-

ностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации».

Результаты и их обсуждение. На рисунке 1 представлены побеги свежего папоротника-орляка и нарезанный папоротник.

Сушеный папоротник-орляк и порошок папоротника ИК-сушки представлены на рисунке 2.



a



b

Рис. 1. Побеги папоротника-орляка (а) и нарезанный папоротник (б)
Bracken shoots (a) and chopped fern (b)



a



b

Рис. 2. Сушеный папоротник-орляк (а) и порошок папоротника (б)
Dried bracken fern (a) and bracken powder (b)

Порошок папоротника-орляка имеет землистый вкус с травянистым оттенком, терпкий, древесный запах с грибными нотками, зеленовато-коричневый цвет.

Эффективность использования добавок в разных соотношениях определяли по качеству готовых мучных кондитерских изделий. При выборе дозировки учитывались необходимость

максимального обогащения изделий витаминами и пищевыми волокнами, а также получение готовых изделий с высокими органолептическими свойствами.

Показатели химического состава порошка ИК-сушки папоротника-орляка на 100 г порошка представлены в таблице 2.

Показатели химического состава порошка ИК-сушки папоротника-орляка
Chemical composition indicators of IR-dried bracken powder

Пищевое вещество	Суточная норма [17]	Порошок ИК-сушки папоротника-орляка (содержание на 100 г)
Вода, г	2000	10
Белки, г	75	46
Жиры, г	83	4
Углеводы, г	211	55
Пищевые волокна, г	30	27,4
Энергетическая ценность, ккал	2500	340
Натрий, мг	2400	10
Калий, мг	3500	3700
Кальций, мг	1000	320
Магний, мг	400	340
Фосфор, мг	1000	1010
Железо, мг	14	13,1
Бета-каротин, мг	1	20,4
Тиамин (B_1), мг	1,5	0,2
Рибофлавин (B_2), мг	1,8	2,1
Ниацин (PP), мг	20	49,8
Аскорбиновая кислота (C), мг	70	266

Выбор порошка может также быть обоснован одним или несколькими недостающими ингредиентами в питании определенных контингентов населения или населения определенного региона России.

Схема процесса приготовления бельгийских вафель представлена на рисунке 3.

Дескрипторы, использованные для оценки бельгийских вафель с порошком ИК-сушки папоротника-орляка, включают следующие характеристики:

- вкус: порошок папоротника может добавить терпкость или легкую горчинку к изделию, что может повлиять на восприятие их вкуса;

- запах: аромат порошка может также влиять на общее восприятие изделия;

- цвет: добавление порошка папоротника может изменить цвет вафель, делая их более темными с наличием зеленых вкраплений;

- консистенция: порошок может добавлять текстуру к вафлям, делая их более пористыми или плотными в зависимости от количества добавленного порошка;

- питательность: порошок папоротника содержит множество полезных витаминов и минералов, таких как витамин С, железо, магний и калий, которые могут повысить питательную ценность;

- уникальность: использование порошка папоротника может сделать вафли более уникальными и интересными, что может повысить их привлекательность для потребителя.



*Рис. 3. Схема процесса приготовления бельгийских вафель
Scheme of the process of making Belgian waffles*

В таблице 3 представлены внешний вид теста, готовых изделий и вид на изломе образцов бельгийских вафель с частичной заменой пшеничной муки высшего сорта на порошок ИК-сушки папоротника-орляка.

Изделия обладают правильной формой с характерной для вафель рифленой структурой на поверхности и равномерной структурной пористостью на изломе. Наблюдаются вкрапления частиц порошка папоротника, консистенция – мягкая, умеренно упругая, свойственная бельгийским вафлям. Цвет корочки – от светло- до темно-коричневого, на изломе – светло-коричневый с зеленоватым оттенком. Запах – свойственный выпеченному изделию, приятный, с легкими древесными нотками. Вкус – свойственный выпеченному изделию, без посторонних примесей, приятный, в меру сладкий, умеренно соленый, с травянистым послевкусием.

Чем больше добавляют порошка папоротника в изделия, тем темнее и насыщеннее его цвет (с 8 % заменой муки более зеленый), в самом замесе теста и готовых вафлях наблюдается большее количество частичек порошка папоротника. В образце № 3 с наибольшим количеством во вкусе присутствует небольшая горечь, вкус практически несладкий. Образец № 1 с наименьшим количеством добавки порошка папоротника сбалансирован по сладости и горечи, запах слегка терпкий, древесный. Пористость всех трех образцов визуально не отличается и характерна для традиционных бельгийских вафель.

Результаты балльной оценки органолептических показателей образцов бельгийских вафель представлены на рисунке 4.

Показатель «внешний вид» образцов бельгийских вафель
Appearance of Belgian waffle samples

Показатель	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
Внешний вид теста			
Внешний вид готовых изделий			
Вид на изломе			

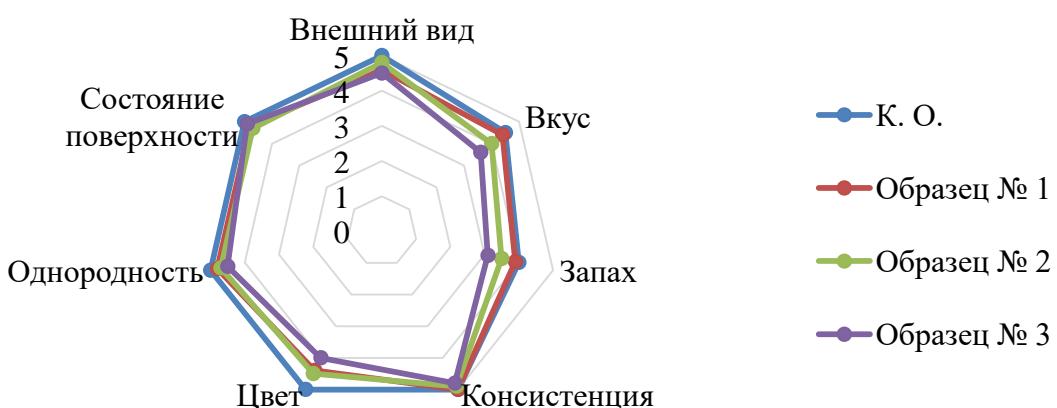


Рис. 4. Профилограмма органолептических показателей образцов бельгийских вафель
Profilogram of organoleptic indicators of Belgian waffle samples

Все образцы бельгийских вафель получили высокие показатели, при этом наиболее высокие показатели – у образца № 1, в меньшей степени – у образца № 3, что связано со специфичным восприятием вкуса и запаха в резуль-

тате обогащения изделий порошком ИК-сушки папоротника-орляка.

Профилограмма запаха образцов бельгийских вафель представлена на рисунке 5.

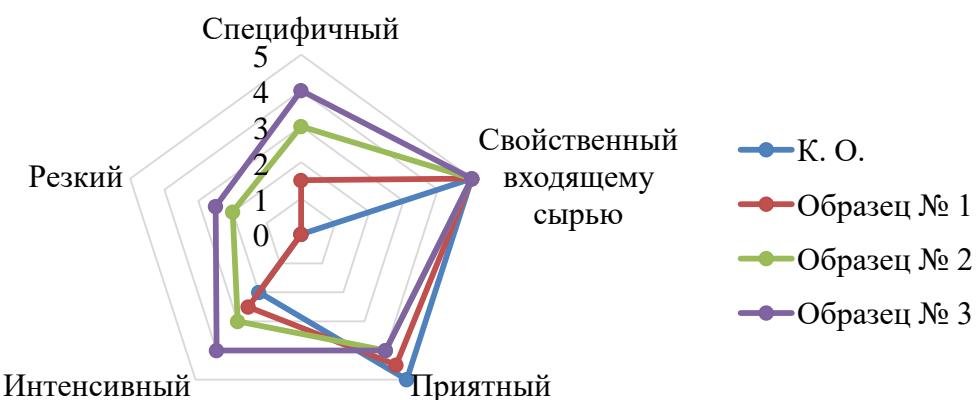


Рис. 5. Профилограмма запаха образцов бельгийских вафель
Profilogram of smell of Belgian waffle samples

Из профилограммы видно, что порошок папоротника усиливает интенсивность и резкость запаха, делает его более ярким и насыщенным. Ухудшение органолептических показателей качества готовых изделий, в т. ч. вкуса и запаха, возможно устранить путем введения в рецептуры изделий дополнительных ингредиентов или за счет изменения соотношения основных ингредиентов [18].

Заключение. Разработка рецептуры бельгийских вафель с порошком папоротника ИК-сушки является перспективной и актуальной задачей. При этом для повышения пищевой ценности изделий и маскировки нежелательного привкуса и запаха его также можно комбинировать с другими видами растительных порошков [18].

В результате исследований были разработаны рецептуры бельгийских вафель из пшеничной муки и порошка папоротника-орляка, обработанных ИК-излучением, составлена технологическая схема процесса приготовления исследуемых образцов вафель, а также на основании

органолептического анализа и профилограмм органолептических показателей образцов бельгийских вафель была выбрана оптимальная рецептура, удовлетворяющая всем органолептическим показателям качества.

Частичная замена пшеничной муки на порошок ИК-сушки папоротника-орляка, согласно расчетам химического состава, способна повысить пищевую ценность изделий и снизить негативные свойства их постоянного употребления в пищу.

Таким образом, доказано, что практическое внедрение инновационной технологии производства новых видов мучных изделий с использованием порошков ИК-сушки из растительного сырья целесообразно для широкого круга потребителей. В дальнейшем перспективным является подтверждение их полезных свойств путем экспериментальных исследований их химического состава и клинических исследований, улучшение органолептических показателей, в т. ч. вкуса и запаха изделий.

Список источников

- Yalunina E.N. Development of the bakery products assortment correspond with consumer preferences // Food Industry. 2018. Vol. 3, N 2. P. 55–59. EDN: XSVNIT.
- Прокопенко С.Т., Шалиско И.В. Современные аспекты использования дикорастущего сырья в качестве продуктов питания на примере папоротника-орляка // Технико-технологические проблемы сервиса. 2013. Т. 25, № 3. С. 69–74. EDN: RBVUMX.
- Harmsworth G., Roskruge N. Indigenous maori values, perspectives, and knowledge of soils in Aotearoa-New Zealand: Maori use and knowledge of soils over time. In: Churchman G.J., Landa E.R.

- Raton B., editors. The Soil Underfoot: Infinite Possibilities for a Finite Resource. CRC Press; 2014. P. 257–268. DOI: 10.1201/b16856.
4. Nekrasov E.V., Svetashev V.I. Edible Far Eastern Ferns as a Dietary Source of Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acids // Foods. 2021. Vol. 10, N 6. P. 1220. DOI: 10.3390/foods10061220. EDN: MFRHQK.
 5. Кадука М.В., Басалаева Л.Н., Бекяшева Т.А., и др. Особенности рациона питания населения Курильских островов, влияющие на формирование дозы внутреннего облучения // Радиационная гигиена. 2018. Т. 11, № 2. С. 45–52. DOI: 10.21514/1998-426X-2018-11-2-45-52. EDN: UYJXLT.
 6. Kreshchenok I., Lesik E., Toushkin A., et al. Edible ferns of the Amur region and their rational use. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 937. P. 11. DOI: 10.1088/1755-1315/937/2/022138. EDN: LHGIYR.
 7. Синяева А.А. Оптимизация рецептур и технологического процесса кулинарной продукции с использованием папоротника-орляка. В сб.: XXIII краевой конкурс молодых ученых «Молодые ученые – Хабаровскому краю», Хабаровск, 12–19 января 2021. Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2021. С. 175–180. EDN: EFOOGB.
 8. Скрипко О.В. Использование сои и дальневосточных дикоросов в технологии функциональных продуктов питания // Развитие современной науки: теоретические и прикладные аспекты. 2016. № 02. С. 51–52. EDN: VWJNBX.
 9. Скрипко О.В. Хрустящие хлебцы с белково-углеводной мукой для здорового питания // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. Т. 135, № 9. С. 7. DOI: 10.23670/IRJ.2023.135.41. EDN: VXJNJX.
 10. Доржиева М.В., Хамаганова И.В. Перспективы использования конины с применением растительного сырья региона. В сб.: Евдокимов И.А., Подыгин А.Д., Вартумян А.А., ред. VII Международная научно-практическая конференция «Современные достижения биотехнологии. Техника, технологии и упаковка для реализации инновационных проектов на предприятиях пищевой и биотехнологической промышленности», 20–24 октября 2020 г. Пятигорск: Изд-во ПФ СКФУ, 2020. Т. 1. С. 111–114.
 11. Мельникова Е.В., Величко Н.А., Гросс Л.В. Разработка рецептуры и технологии пельменей из мяса оленя с использованием папоротникового порошка // Вестник КрасГАУ. 2021. № 6. С. 194–199. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-6-194-199. EDN: GVOKIT.
 12. Рыгалова Е.А., Речкина Е.А., Губаненко Г.А., и др. Папоротник орляк обыкновенный (*Pteridum aquilinum* (L.) Kuhn) как альтернативное сырье в производстве мясных изделий // Вестник КрасГАУ. 2021. № 2. С. 151–160. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-2-151-160. EDN: PCQYLC.
 13. Скрипко О.В., Бодруг Н.С. Способ приготовления комбинированного рыбного фарша функционального назначения. Пат. RUS 2750880, МПК A23L 17/00. 05.07.2021. Бюл. № 19. EDN: KYOXEA.
 14. Типсина Н.Н., Мельникова Е.В. Использование порошка папоротника в производстве песочного печенья и бисквитного полуфабриката // Вестник КрасГАУ. 2014. № 12. С. 219–224. EDN: THAMYH.
 15. Elsebaie E.M., Asker G.A., Mousa M.M., et al. Technological and Sensory Aspects of Macaroni with Free or Encapsulated Azolla Fern Powder // Foods. 2022. Vol. 11, N 5. P. 707. DOI: 10.3390/foods11050707. EDN: KKDRLO.
 16. Kaur A., Singh A., Gupta A., et al. Utilisation of aquatic fern (Azolla sp.) powder for supplementing semolina pasta: quality characteristics of produced pasta // International Journal of Food Science and Technology. 2024. Vol. 59. P. 1113–1120. DOI: 10.1111/ijfs.16582. EDN: EWNZRR.
 17. Тутельян В.А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания: справочник. М.: ДeЛи плюс, 2012. EDN: QMCSKV.
 18. Kopylova A.V., Sapozhnikov A.N., Kim V.I. Development of formulation and technology of pancakes with beetroot powder of infrared drying. In: E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 451. P. 6. DOI: 10.1051/e3sconf/202345104006. EDN: ZQCTOH.

References

1. Yalunina EN. Development of the bakery products assortment correspond with consumer preferences. *Food Industry*. 2018;3(2):55-59. EDN: XSVNIT.
2. Prokopenko ST, Shalisko IV. Contemporary aspects of wild-growing plant raw material use as food with example of bracken fern. *Tekhniko-tehnologicheskie problemy servisa*. 2013;25(3):69-74. (In Russ.). EDN: RBVUMX.
3. Harmsworth G., Roskruge N. Indigenous maōri values, perspectives, and knowledge of soils in Aotearoa-New Zealand: Maōri use and knowledge of soils over time. In: Churchman G.J., Landa E.R. Raton B., editors. *The Soil Underfoot: Infinite Possibilities for a Finite Resource*. CRC Press; 2014. P. 257–268. DOI: 10.1201/b16856.
4. Nekrasov EV, Svetashev VI. Edible Far Eastern Ferns as a Dietary Source of Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acids. *Foods*. 2021;10(6):1220. DOI: 10.3390/foods10061220.
5. Kaduka MV, Basalaeva LN, Belyayeva TA, et al. Peculiarities of kuril islands population food ration influencing the internal dose forming. *Radiation Hygiene*. 2018;11(2):45-52. (In Russ.). DOI: 10.21514/1998-426X-2018-11-2-45-52.
6. Kreshchenok I, Lesik E, Toushkin A, et al. Edible ferns of the Amur region and their rational use. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021;937:11. DOI: 10.1088/1755-1315/937/2/022138.
7. Sinyaeva A.A. Optimizaciya receptur i tekhnologicheskogo processa kulinarnoj produkci s ispol'zovaniem paprotnika-orlyaka. In: XXIII kraevoj konkurs molodyh uchenyh «Molodye uchenye – Habarovskomu krayu», Habarovsk, 12–19 Jan 2021. Khabarovsk: Tihookeanskij gosudarstvennyj universitet; 2021. P. 175–180. (In Russ.). EDN: EFOOGB.
8. Skripko OV. Ispol'zovanie soi i dal'nevostochnyh dikorosov v tekhnologii funkcionalyh produktov pitaniya. *Razvitiye sovremennoj nauki: teoreticheskie i prikladnye aspekty*. 2016;02:51-52. EDN: VWJNBX
9. Skripko OV. Crispy breads with protein-carbohydrate flour for healthy diet. *International research journal*. 2023;(9):7. (In Russ.). DOI: 10.23670/IRJ.2023.135.41. EDN: VXJNJX.
10. Dorzhieva M.V., Hamaganova I.V. Perspektivy ispol'zovaniya koniny s primeneniem rastitel'nogo syr'ya regiona. In: Evdokimov I.A., Lodygin A.D., Vartumyan A.A., editors. VII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Sovremennye dostizheniya biotekhnologii. Tekhnika, tekhnologii i upakovka dlya realizacii innovacionnyh proektov na predpriyatiyah pishchevoj i biotekhnologicheskoy promyshlennosti», 20–24 Oct 2020. Pyatigorsk: Izd-vo PF SKFU; 2020. Vol. 1. P. 111–114.
11. Melnikova EV, Velichko NA, Gross LV. Formulation and technology development for deer meat dumplings with the use of ferny powder. *Bulletin of KSAU*. 2021;(6):194–199. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2021-6-194-199. EDN: GVOKIT.
12. Rygalova EA, Rechkina EA, Gubanenko GA, et al. Common bracken fern (*pteridium aquilinum* (L.) Kuhn) as an alternative raw material in the making of meat products. *Bulletin of KSAU*. 2021;(2):151-160. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2021-2-151-160. EDN: PCQYLC.
13. Skripko O.V., Bodrug N.S. Sposob prigotovleniya kombinirovannogo rybnogo farsha funkcionaloogo naznacheniya. Pat. 2750880, MPK A23L 17/00. 05.07.2021, Byul. № 19. (In Russ.). EDN: KYOXEA.
14. Tipsina NN, Melnikova EV. The fern powder use in the production of shortbread and sponge cakessemi-finished product. *Bulletin of KSAU*. 2014;12:219-224. (In Russ.). EDN: THAMYH.
15. Elsebaie EM, Asker GA, Mousa MM, et al. Technological and sensory aspects of macaroni with free or encapsulated azolla fern powder. *Foods*. 2022;11(5):707. DOI: 10.3390/foods11050707. EDN: KKDRLO.
16. Kaur A, Singh A, Gupta A, et al. Utilisation of aquatic fern (*Azolla* sp.) powder for supplementing semolina pasta: quality characteristics of produced pasta. *International Journal of Food Science and Technology*. 2024; 59:1113-1120. DOI: 10.1111/ijfs.16582. EDN: EWNZRR.

17. Tutel'yan V.A. *Himicheskij sostav i kalorijnost' rossijskih produktov pitaniya: spravochnik*. Moscow: DeLi plus; 2012. (In Russ.). EDN: QMCSKV.
18. Kopylova AV, Sapozhnikov AN, Kim VI. Development of formulation and technology of pancakes with beetroot powder of infrared drying. In: *E3S Web of Conferences*. 2023. Vol. 451. P. 6. DOI: 10.1051/e3sconf/202345104006. EDN: ZQCTOH.

Статья принята к публикации 08.09.2025 / The article accepted for publication 08.09.2025.

Информация об авторах:

Дарья Васильевна Пономарева, ассистент кафедры технологии и организации пищевых производств, аспирант

Анастасия Валерьевна Копылова, доцент кафедры технологии и организации пищевых производств, кандидат технических наук

Information about the authors:

Daria Vasilievna Ponomareva, Assistant at the Department of Technology and Organization of Food Production, Postgraduate Student

Anastasia Valerievna Kopylova, Associate Professor at the Department of Technology and Organization of Food Production, Candidate of Technical Sciences

