2019 Т. 49 № 4 / Техника и технология пищевых производств / Food Processing: Techniques and Technology
ISSN 2074-9414 (Print)
ISSN 2313-1748 (Online)
https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-4-505-512
Оригинальная статья
УДК 635.8:641.52
http://fptt.ru/

Перспективы разработки технологии и рецептур грибных соусов на основе вешенки обыкновенной

А. А. Дриль

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»,
630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20

e-mail: drilnaska@gmail.com

Дата поступления в редакцию: 23.09.2019
Дата принятия в печать: 15.11.2019

© А. А. Дриль, 2019

Аннотация.
Введение. Вешенка обыкновенная (*Pleurotus ostreatus*) является одним из широко культивируемых грибов в России. В рецептурах продукции общественного питания, в частности в грибных соусах, перспективно использовать вешенку в переработанном виде в форме пастообразного полуфабриката. Целью настоящей работы является разработка рецептур и технологии приготовления холодных и горячих грибных соусов на основе пастообразного полуфабриката из культивируемой вешенки обыкновенной.
Результаты и их обсуждение. Рациональной технологией переработки вешенки в полуфабрикат является измельчение ножек плодового тела гриба с одновременной тепловой обработкой. В качестве вкусоароматической добавки в соусах использовались измельченные до порошкообразного состояния белые грибы, лисички (грибные соли) и другие ингредиенты в соответствии с рецептурами. Рецептуры соусов составлены на основе математического моделирования продукции методом линейного программирования, целью которого является получение продукции с минимальной энергетической ценностью. На основе рассчитанных рецептур были приготовлены образцы горячих и холодных соусов, получившие высокие баллы по органолептическим показателям. Результаты реологических исследований образцов соусов показали, что полуфабрикат рационально вводить в диапазоне концентраций от 30 % до 50 % в зависимости от желаемой консистенции готового соуса. Для образцов соусов был проведен расчет пищевой и энергетической ценности с учетом доли от среднесуточной потребности.
Выводы. Разработанные технологии и рецептуры соусов на основе пастообразного полуфабриката из вешенки обыкновенной позволят значительно расширить ассортимент грибных соусов на потребительском рынке и разнообразить вкус различных видов продукции общественного питания.

Ключевые слова. Грибы, *Pleurotus ostreatus*, соусы, рецептуры, питание, органолептические показатели, реологические показатели

Для цитирования: Дриль, А. А. Перспективы разработки технологии и рецептур грибных соусов на основе вешенки обыкновенной / А. А. Дриль // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 4. – С. 505–512. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-4-505-512.

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

Prospects of Technology and Formulation Development for Sauces Based on Oyster Mushrooms

A.A. Dril

Novosibirsk State Technical University,
20, Karla Marksa Ave., Novosibirsk, 630073, Russia

e-mail: drilnaska@gmail.com

Received: September 23, 2019
Accepted: November 15, 2019

© A.A. Dril, 2019

Abstract.
Introduction. Oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) are one of the most cultivated mushrooms in Russia. Oyster mushroom sauce has a greater potential for public catering when used in processed state as a semi-finished paste. The research objective was to develop a technology of hot and cold mushroom sauces based on paste-like semi-finished product from cultivated oyster mushrooms.

Results and discussion. A rational technology for processing oyster mushrooms into a semi-finished paste included simultaneous grinding and heat-treatment of mushroom stipes. Fine powders of dried white mushrooms and chanterelles, which are also called mushroom salts, were used as a flavoring additive, including some other ingredients according to the formulations. The sauce formulations were composed using linear programming mathematical modelling method to obtain products with certain sensory characteristics and minimal energy value. The calculated formulations were used to prepare hot and cold sauce samples, which received high scores during sensory evaluation. The results of rheological evaluation showed that the concentration of the paste was rational in the range from 30% to 50% depending on the desired consistency of the sauce. For sauce samples, nutritional and energetic value was calculated based on the average daily requirements.

Conclusion. The developed technologies and formulations of mushroom sauces based on paste-like semi-finished product from oyster mushroom can widely improve the range of mushroom sauces on consumer market and diversify the taste of different kinds of public catering products.

Keywords. Mushrooms, *Pleurotus ostreatus*, sauces, recipes, nutrition, sensory indicators, rheological indicators

For citation: Dril AA. Prospects of Technology and Formulation Development for Sauces Based on Oyster Mushrooms. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(4):505–512. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-4-505-512.

Введение

Одним из направлений развития общественного питания является расширение ассортимента продукции на основе натурального растительного сырья с доступной технологией выращивания и переработки. К такому виду сырья относятся грибы, которые по пищевой ценности превосходят многие овощи и фрукты, а по химическому составу и ряду признаков приближаются к продуктам животного происхождения.

Использование грибного сырья в производстве продукции общественного питания может быть осуществлено путем производства соусов на их основе. Соусы могут использоваться как при приготовлении блюд, так и подаваться к ним отдельно с целью улучшения их внешнего вида, цвета, вкуса и запаха, а в некоторых случаях и для повышения пищевой и энергетической ценности. Улучшение усвояемости основного блюда достигается за счет содержания в соусе экстрактивных, ароматических и вкусовых веществ, усиливающих секрецию пищеварительных желез.

Грибные соусы подходят практически к любым видам блюд: мясным, рыбным, овощным, мучным и крупяным. Их используют как в горячем, так и в холодном виде [1].

Перспективным в технологии грибных соусов является использование в качестве основного ингредиента культивируемого гриба вешенки обыкновенной (*Pleurotus ostreatus*). С увеличением темпа роста производства в России культивируемых грибов, в том числе вешенки обыкновенной, возникают проблемы сохранности и переработки, так как данное сырье является скоропортящимся. Отсутствует производственная система комплексной переработки вешенки, необходимость которой возникает везде, где культивируется данный вид грибов.

Известно, что вешенка обыкновенная содержит необходимое количество белков, пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ, а также обладает лечебно-профилактическими свойствами [2–13]. Вешенка может кратковременно храниться в охлажденном и упакованном состоянии в сети розничной торговой, а также для производства продукции общественного питания. Являясь продуктом с высокой влажностью, вешенка обыкновенная традиционно подвергается различным видам переработки для длительного хранения (сушке, посолу, маринованию) [14–16]. Актуальной является переработка вешенки на полуфабрикаты с последующим их использованием в производстве соусов.

Целью работы является разработка рецептур и технологии приготовления холодных и горячих грибных соусов на основе пастообразного полуфабриката из культивируемой вешенки обыкновенной.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования в работе стали: вешенка обыкновенная культивируемая ООО ТПК «Лукошко» (г. Новосибирск); белые грибы и лисички сушеные; мука пшеничная; сливки 10 % жирности; сметана 15 % жирности; йогурт; масло сливочное; сыр «Российский»; масло оливковое; укроп свежий; петрушка свежая; свекла; соль. Продукты были приобретены в розничной торговой сети города Новосибирска методом случайной выборки.

Методы исследования: математическое моделирование методом линейного программирования, метод органолептического анализа, реологические исследования, теоретический метод расчета пищевой ценности.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследований осуществляли подготовку рецептурных компонентов соусов. Для получения пастообразного полуфабриката из вешенки обыкновенной отделяли шляпки от друз и проводили их тепловую обработку. Следуя принципу получения оптимального результата, на основе анализа исходного множества решений технологический процесс осуществляли тремя путями:

– технология № 1 – тепловая обработка сырой вешенки; измельчение грибов после тепловой обработки; соединение с загустителем.
– технология № 2 – измельчение сырой вешенки; тепловая обработка измельченных грибов; соединение с загустителем.
– технология № 3 – измельчение сырой вешенки с одновременной тепловой обработкой; соединение с загустителем.

При апробации технологий № 1 и 2 тепловая обработка грибов осуществлялась в пароконвектомате в режиме «пар» при 100 °С и 40 и 50 мин для шляпок и ножек соответственно, а также в режиме «пар/жар» при 130 °С и 30 и 40 мин для ножек и шляпок соответственно. При апробации технологии № 3 измельчение с одновременной тепловой обработкой осуществлялось в куттере при режиме 160 °С и 20 и 30 мин для шляпок и ножек соответственно, а также при 130 °С и 30 и 40 мин для ножек и шляпок соответственно.

Сравнительный анализ проводили на основании определения потерь массы. Режимы технологии № 1 привели к потери массы шляпок и ножек 22,5 % и 12,2 % соответственно, технологии № 2 – 13,4 % и 6,8 %, технологии № 3 – 6,3 % и 3,6 %. Наименьшие потери массы наблюдаются у полуфабриката из ножек вешенки при применении технологии № 3. Это позволяет рекомендовать ножки для их тепловой обработки, осуществляемой одновременно с измельчением и гомогенизацией с загустителем в куттере-блендере с функцией подогрева. На изготовление 1 кг готового полуфабриката требовалось около 1,33 кг сырых грибов.

Для приготовления грибных полуфабрикатов из сушеных белых грибов и лисичек (грибных солей) их измельчали до порошкообразного состояния.

На следующем этапе исследований методом линейного программирования проводили моделирование рецептур соусов, основой которых являлся пастообразный полуфабрикат из вешенки обыкновенной. Для каждого образца была составлена математическая модель, включающая ограничения по вложению ингредиентов с целью получения продукта с заданными органолептическими свойствами и минимальной энергетической ценностью [17].

Минимальная энергетическая ценность продукта определяется соотношением в его содержании белков, жиров и углеводов.

Расчет минимального количества по каждому из пищевых ингредиентов в общем виде представлен в формулах:

$$a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + ... + a_nX_n \le A_n \quad (1)$$

$$b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + ... + b_nX_n \le B_n \quad (2)$$

$$c_1X_1 + c_2X_2 + c_3X_3 + ... + c_nX_n \le C_n \quad (3)$$

где $a_1, a_2, a_3, ..., a_n$ – массовая доля белка в каждом из видов сырья;

$b_1, b_2, b_3, ..., b_n$ – массовая доля жиров в каждом из видов сырья;

$c_1, c_2, c_3, ..., c_n$ – массовая доля углеводов в каждом из видов сырья;

$X_1, X_2, X_3, ..., X_n$ – искомый удельный вес включения в состав изделия каждого вида сырья;

A_n – содержание белков в образце продукции, г;

B_n – содержание жиров в образце продукции, г;

C_n – содержание углеводов в образце продукции, г.

Получение единицы продукта через удельные веса сырья представлено в формуле:

$$X_1 + X_2 + X_3 + ... + X_n = 1 \quad (4)$$

Целевая функция при соблюдении граничных условий по формулам (1)–(3) представлена в формуле:

$$F(x) = \{e_1X_1 + e_2X_2 + e_3X_3 + ... + e_nX_n\} \quad (5)$$

где $F(x)$ – минимальное значение энергетической ценности, ккал;

$e_1, e_2, e_3, ..., e_n$ – энергетическая ценность каждого вида сырья, ккал.

На основании результатов моделирования составлены рецептуры образцов горячих и холодных соусов:
– образец № 1 – соус с белыми грибами с использованием мучной пассеровки (горячий) (ингредиенты: вешенка, мука пшеничная, сливки 10 % жирности, грибы белые сушеные, соль);
– образец № 2 – соус с лисичками с использованием мучной пассеровки (горячий) (ингредиенты: вешенка, мука пшеничная, сливки 10 % жирности, лисички сушеные, лук репчатый, масло сливочное, соль);
– образец № 3 – соус сырный с использованием рисового пюре (горячий) (ингредиенты: вешенка, крупа рисовая, сливки 10 % жирности, сыр «Российский», соль);
– образец № 4 – соус тартар (холодный) (ингредиенты: вешенка, свекла, йогурт);
– образец № 5 – соус песто с оливковым маслом (холодный) (ингредиенты: вешенка, укроп свежий, петрушка свежая, сметана 15 % жирности);
– образец № 6 – соус песто со сметаной (холодный) (ингредиенты: вешенка, укроп свежий, петрушка свежая, масло оливковое).

Для каждого из образцов вводились ограничения по закладке ингредиентов. Основой для разработки горячих соусов была рецептура № 557 из «Сборника рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания» [18]. В таблице 1 представлены ограничения для образца № 1. Для остальных образцов ограничения по ингредиентам были заданы аналогичным образом.

Технология приготовления горячих соусов включала в себя:

Таблица 1. Ограничения по закладке ингредиентов для соусов на основе пастообразного полуфабриката из вешенки обыкновенной (на примере образца № 1)

Table 1. Ingredient restrictions for sauces based on the pasty semi-finished product from oyster mushrooms (sample 1)

Наименование ингредиента	Условное обозначение	Ограничения, г/1000 г полуфабриката
Пастообразный полуфабрикат из вешенки обыкновенной	X_1	250–450
Мука пшеничная	X_2	15–25
Сливки 10 %	X_3	90–120
Грибы белые сушеные	X_4	1525
Соль	X_5	10

Таблица 2. Требования к органолептической оценке соусов (на примере образца № 1)

Table 2. Requirements for sensory evaluation of sauces (sample 1)

Показатели качества	Характеристика	Показатели снижения баллов
Внешний вид и консистенция	Однородная вязкая нерасслаивающаяся масса, без посторонних включений, пленок на поверхности, с равномерно распределенными ингредиентами	Масса неоднородная, посторонние включения, комочки, расслаивание, затянутая консистенция, пленка на поверхности
Запах	Приятный, выраженный, свойственный входящим ингредиентам, без посторонних запахов	Присутствует запах муки, слабовыраженный грибной запах, посторонние запахи
Вкус	Приятный, выраженный, свойственный входящим ингредиентам, в меру соленый	Слабовыраженный грибной вкус, посторонние привкусы, вкус мучной пассеровки, слабосоленый, пересоленый
Цвет	Выраженный, однородный, от бежевого до светло-серого, соответствующей цвету основных и дополнительных ингредиентов	Цвет, не соответствующий входящим ингредентам

* за каждый показатель снижения снимается 1 балл;
* 1 point is removed for each reduction indicator.

– подготовку загустителя: пассерование муки пшеничной сухим способом, варка рисовой крупы и ее пюрирование.
– соединение пастообразного полуфабриката из вешенки обыкновенной с загустителем и остальными ингредиентами согласно рецептурам и доведение до кипения.

Технология приготовления холодных соусов включает:
– подготовку растительного сырья: измельчение укропа и петрушки для соусов песто (образцы № 5, 6), для соуса тартар – варку и измельчение свеклы (образец № 4);
– соединение пастообразного полуфабриката из вешенки обыкновенной с остальными ингредиентами согласно рецептурам.

Органолептическая оценка образцов соусов проводилась дегустационной комиссией. Требования к органолептической оценке были определены в соответствии с ГОСТ 31986-2012[1]. По внешнему виду, консистенции, цвету, вкусу и запаху выставлялись баллы, где 5 баллов соответствовало наиболее высокой оценке, 2 балла – наиболее низкой. Требования к органолептической оценке соусов на примере образца № 1 представлены в таблице 2. Для остальных образцов характеристики показателей и показатели снижения баллов были установлены аналогичным образом.

Результаты органолептической оценки образцов № 1–3 (горячие соусы) представлены на рисунке 1.

Для исследуемых образцов горячих соусов получены высокие оценки по органолептическим показателям. Наивысшую оценку по всем показателям получил образец № 1. Чуть меньшие оценки получили образцы № 2 и № 3. Наименьшую оценку по вкусу (4,7 балла) получил образец № 3, что объясняется специфическим сырным вкусом соуса.

Результаты органолептической оценки образцов № 4–6 (холодные соусы) представлены на рисунке 2.

Исследуемые образцы холодных соусов получили высокие оценки по органолептическим показателям. Отмечена специфичность вкуса и запаха образцов № 5 и 6, так как соусы песто, основными ингредиентами которых являются петрушка и укроп, не характерны для российского потребителя. Таким образом, незначительное снижение вкуса и запаха у вышеуказанных образцов объясняется субъективными ощущениями членов дегустационной комиссии, что было отмечено в протоколах дегустации.

Оптимальная концентрация в соусах пастообразного полуфабриката из вешенки обыкновенной подтверждалась путем его внесения в рецептуры

[1] ГОСТ 31986-2012. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания. – М. : Стандартинформ, 2014. – 15 с.

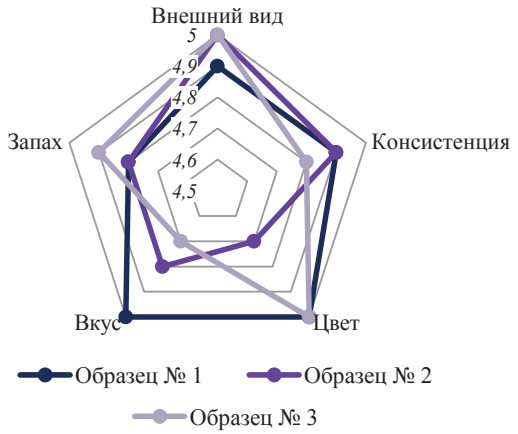

Рисунок 1. Результаты органолептической оценки горячих соусов (образцы № 1–3)

Figure 1. Sensory evaluation of hot sauces (samples 1–3)

соусов в количестве 30 %, 40 % и 50 % от массы готовой продукции. Образцы оценивались по реологическим показателям на ротационном вискозиметре «Реотест-2». На рисунках 3 и 4 представлены результаты исследований напряжений образца № 1 с разными концентрациями пастообразного полуфабриката с мукой пшеничной пассерованной в зависимости от градиента скорости сдвига и эффективной вязкости в зависимости от напряжений.

Анализ зависимостей показывает, что с увеличением доли сдвиговой деформации напряжение сдвига увеличивается. При значении градиента сдвига 243 $с^{-1}$ достигает своих максимальных значений в диапазоне 400–450 Па. С увеличением напряжения сдвига эффективная вязкость соуса снижается и при значениях напряжения более 100 Па находится в области значений ниже 10 Па·с. Таким образом, оптимальная концентрация полуфабриката

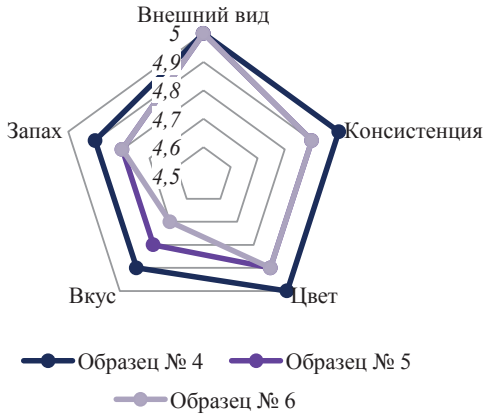

Рисунок 2. Результаты органолептической оценки холодных соусов (образцы № 4–6)

Figure 2. Sensory evaluation of cold sauces (samples 4–6)

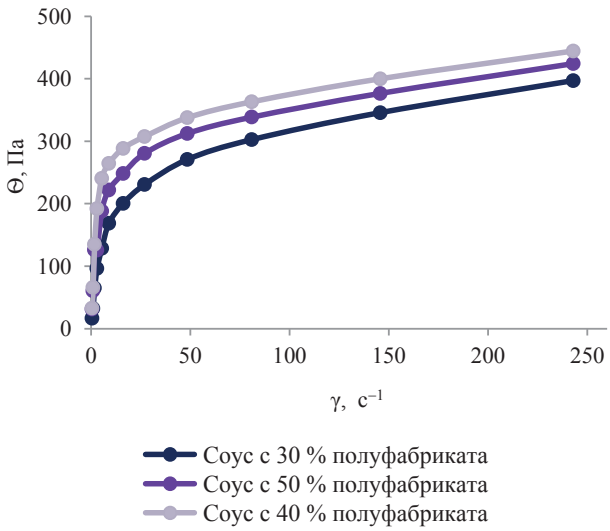

Рисунок 3. Зависимость напряжения от градиента скорости сдвига в образце соуса № 1

Figure 3. Effect of shear rate gradient on stress (sauce sample 1)

может составлять 30 %, 40 % и 50 % и зависит от заданной консистенции соуса.

Аналогичные результаты, подтверждающие полученную закономерность, были получены для других образцов соусов.

Пищевая и энергетическая ценность разработанных образцов соусов определены расчетным путем в соответствии со справочником «Химический состав и калорийность российских продуктов питания» [19]. В таблице 3 представлены данные пищевой ценности разрабатываемых образцов соусов.

У горячих соусов (образцы № 1–3) наибольшее содержание белков, жиров и углеводов наблюдается

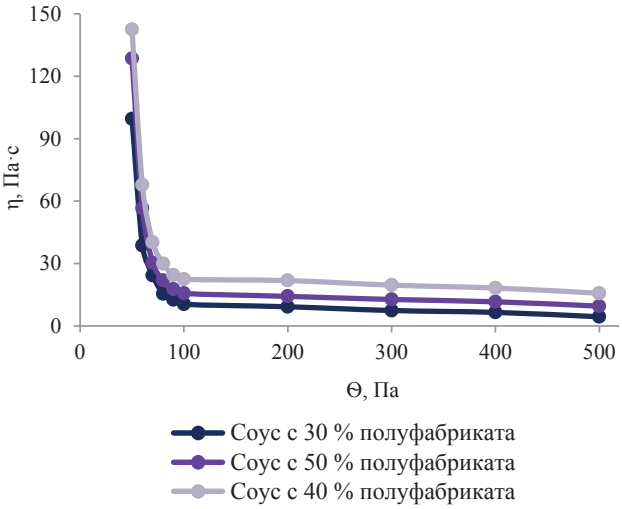

Рисунок 4. Зависимость эффективной вязкости от напряжения в образце соуса № 1

Figure 4. Effect of stress on effective viscosity (sauce sample 1)

Таблица 3. Пищевая ценность образцов грибных соусов
(на 100 г продукции/доля от среднесуточной потребности для взрослых)

Table 3. Nutritional value of samples of mushroom sauces (per 100 g of production/share of the average daily requirement for adults)

Образцы соусов	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Калорийность, ккал	Зольность, г	K, мг
Образец № 1	5,4/6,0 %	4,0/4,4 %	13,5/3,0 %	111/3,9 %	1,72/9,9 %	1,85/0,05 %
Образец № 2	6,6/7,3 %	4,4/4,9 %	15,3/3,4 %	127/4,5 %	1,86/10,8 %	1,79/0,05 %
Образец № 3	7,7/8,6 %	7,6/8,4 %	13,1/2,9 %	152/5,3 %	1,0/5,8 %	0,43/0,01 %
Образец № 4	4,3/4,8 %	3,13,4 %	7,2/1,6 %	74/2,6 %	1,49/8,6 %	0,12/0,003 %
Образец № 5	4,5/5,0 %	4,9/5,4 %	7,6/1,7 %	92/3,2 %	1,66/9,6 %	0,6/0,02 %
Образец № 6	4,8/5,3 %	2,6/2,9 %	8,0/1,8 %	75/2,6 %	1,48/8,6 %	0,12/0,003 %
Образцы соусов	Витамин А, мг	Витамин B_1, мг	Витамин B_2, мг	Витамин PP, мг	Витамин B_5, мг	
Образец № 1	1,75/100,0 %	0,39/20,5 %	0,3/13,5 %	1,38/7,9 %	0,04/0,6 %	
Образец № 2	1,69/96,6 %	0,42/22,2 %	0,28/12,6 %	1,4/8,0 %	0,04/0,6 %	
Образец № 3	0,03/1,7 %	0,0001/0,01 %	0,0003/0,01 %	0,04/0,02 %	0,01/0,11 %	
Образец № 4	4,36/249,1 %	0,19/9,8 %	0,4/18,2 %	0,89/5,1 %	0,18/2,4 %	
Образец № 5	0,04/2,3 %	0,0001/0,01 %	0,0004/0,02 %	0,01/0,03 %	0,001/0,2 %	
Образец № 6	5,01/286,3 %	0,19/10,2 %	0,4/18,3 %	0,88/5,0 %	0,19/2,6 %	

у образца № 3 из-за того, что в рецептуру соуса входит сыр. Наименьшими показателями пищевой ценности обладают образцы № 4 и 6. Наибольшая зольность – у образца № 2, наименьшая – у образца № 3. Наибольшее содержание калия в образце № 1, наименьшая – в образцах № 4 и 6. Наибольшее содержание витамина А – в образце № 6, наименьшее – в образце № 3. Наибольшее содержание витамина B_1 – в образце № 2, наименьшее – в образце № 3. Наибольшее содержание витамина B_2 – в образце № 6, наименьшее – в образце № 3. Наибольшее содержание витамина PP – в образце № 2, наименьшее – в образце № 3. Наибольшее содержание витамина B_5 – в образце № 6, наименьшее – в образце № 3. Таким образом, при наибольшей калорийности образец № 3 наименее богат калием и витаминами, а наибольшими по совокупному содержанию витаминов можно назвать образцы № 1, 2 и 4.

Из витаминов и микроэлементов в наибольшей степени образец № 1 на 100 %, образец № 2 – на 96,6 %, образец № 4 – на 249,1 %, образец № 6 – на 286,3 %. Высокое содержание витамина А при этом не является опасным для здоровья, так как он содержится в продукте в натуральном виде и его излишки выводятся из организма без отрицательных последствий.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что разработанные образцы соусов обладают повышенной пищевой ценностью.

Выводы

Результаты проведенных исследований показали, что пастообразный полуфабрикат из вещенки обыкновенной перспективно использовать в приготовлении горячих и холодных грибных соусов, обладающих высокими органолептическими показателями и повышенной пищевой ценностью.

Рецептуры соусов были определены методом математического моделирования, их опитмальность была подтверждена балльной органолептической оценкой. Реологические исследования образцов соусов показали, что полуфабрикат рационально вводить в диапазоне концентраций от 30 % до 50 % в зависимости от желаемой консистенции готового соуса.

Таким образом, горячие и холодные грибные соусы на основе пастообразного полуфабриката из вешенки позволят значительно расширить ассортимент грибных соусов на потребительском рынке и разнообразить вкус различных видов продукции общественного питания.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствие конфликта интересов.

Conflict of interest

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

Список литературы

1. Технология продукции общественного питания / А. И. Мглинец, Н. А. Акимова, Г. Н. Дзюба [и др]. – СПб. : Троицкий мост, 2015. – 736 с.

2. Amino acids composition and antioxidant activity of selected mushrooms from Bosnia and Herzegovina / M. Salihović, A. Šapčanin, E. Pehlić [et al.] // Chemistry in Industry: Journal of Chemists and Chemical Engineers. – 2019. – Vol. 68, № 3–4. – P. 97–103. DOI: https://doi.org/10.15255/KUI.2018.034.

3. Antioxidant properties and phenolic profile of the most widely appreciated cultivated mushrooms: A comparative study between *in vivo* and *in vitro* samples / F. S. Reis, A. Martins, L. Barros [et al.] // Food and Chemical Toxicology. – 2012. – Vol. 50, № 5. – P. 1201–1207. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.02.013.

4. Carrasco-González, J. A. Nutritional composition and nutraceutical properties of the *Pleurotus* fruiting bodies: Potential use as food ingredient / J. A. Carrasco-González, S. O. Serna-Saldívar, J. A. Gutiérrez-Uribe // Journal of Food Composition and Analysis. – 2017. – Vol. 58. – P. 69–81. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.01.016.

5. Cheung, P. C. K. Mini-review on edible mushrooms as sourace of dietary fiber: Preparation and health benefits / P. C. K. Cheung // Food Science and Human Wellness. – 2013. – Vol. 2, № 3–4. – P. 162–166. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fshw.2013.08.001.

6. Deepalakshmi, K. *Pleurotus ostreatus*: an oyster mushroom with nutritional and medicinal properties / K. Deeplakshmi, S. Mirunalini // Journal of Biochemical Technology. – 2014. – Vol. 5, № 2. – P. 718–726.

7. Immunomodulatory and antitumor activities of water-soluble proteoglycan isolated from the fruiting bodies of culinary-medicinal oyster mushroom *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) P. Kumm. (*Agaricomycetideae*) / S. Shah, D. Ghosh, S. K. Mallick [et al.] // International Journal of Medicinal Mushrooms. – 2007. – Vol. 9, № 2. – P. 123–128. DOI: https://doi.org/10.1615/IntJMedMushr.v9.i2.30.

8. Nutritional values of oyster mushroom (Pleurotus ostreatus) (Jacq. Fr.) Kumm. cultivated on different agricultural wastes / S. G. Jonathan, C. B. Okon, A. O. Oyelakin [et al.] // Nature and Science. – 2012. – Vol. 10, № 9. – P. 186–191.

9. Nutritional qualities and antioxidant activity of three edible oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.) / S. Khatun, A. Islam, U. Cakilcioglu [et al.] // NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences. – 2015. – Vol. 72–73. – P. 1–5. DOI: https://doi.org/10.1016/j.njas.2012.03.003.

10. Oluwafemi, G. Chemical composition, functional properties and protein fractionation of edible oyster mushroom (Pleurotus ostreatus) / G. Oluwafemi, K. T. Seidu, T. N. Fagbemi // Annals. Food Science and Technology. – 2016. – Vol. 17, № 1. – P. 218–223.

11. Rathore, H. Mushroom nutraceuticals for improved nutrition and better human health: A review / H. Rathore, S. Prasad, S. Sharma // PharmaNutrition. – 2017. – Vol. 5, № 2. – P. 35–46. DOI: https://doi.org/10.1016/j.phanu.2017.02.001.

12. Tolera, K. D. Nutritional quality of Oyster Mushroom (*Pleurotus Ostreatus*) as affected by osmotic pretreatments and drying methods / K. D. Tolera, S. Abera // Food Science and Nutrition. – 2017. – Vol. 5, № 5. – P. 989–996. DOI: https://doi.org/10.1002/fsn3.484.

13. Vetter, J. Biological values of cultivated mushrooms – A review / J. Vetter // Acta Alimentaria. – 2019. – Vol. 48, № 2. – P. 229–240. DOI: https://doi.org/10.1556/066.2019.48.2.11.

14. Evaluation of drying method and pretreatment effects on the nutritional and antioxidant properties of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) / I. B. Mutukwa, C. A. Hall III, L. Cihacek [et al.] // Journal of Food Procesessing and Preservation. – 2019. – Vol. 43. DOI: https://doi.org/10.1111/jfpp.13910.

15. Thakur, M. P. Advances in post-harvest technology and value additions of edible mushrooms / M. P. Thakur // Indian Phytopathology. – 2018. – Vol. 71, № 3. – P. 301–315. DOI: https://doi.org/10.1007/s42360-018-0060-9.

16. Попов, И. А. Поиск оптимального способа переработки грибов вешенки / И. А. Попов, И. В. Максимов, В. И. Манжесов // Технология и товароведение сельскохозяйственной продукции. – 2016. – Т. 7, № 2. – С. 64–72.

17. Козлова, С. Л. Компьютерное моделирование рецептурного состава фаршевых полуфабрикатов из гидробионтов / С. Л. Козлова, Т. К. Лебская // Известия КГТУ. – 2013. – № 29. – С. 58–65.

18. Сборник технологических нормативов. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания / В. А. Ананина, С. Л. Ахиба, В. Т. Лапшина [и др.]. – М. : Хлебпродинформ, 1996. – 620 с.

19. Тутельян, В. А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания / В. А. Тутельян. – М. : ДеЛи плюс, 2012. – 281 с.

References

1. Mglinets AI, Akimova NA, Dzyuba GN, Dubtsov GG, Efimov AD, Shil′man LZ. Tekhnologiya produktsii obshchestvennogo pitaniya [Technology of catering products]. St. Petersburg: Troitskiy most; 2015. 736 p. (In Russ.).

2. Salihovic M, Sapcanin A, Pehlic E, Uzunovic A, Spirtovic-Halilovic S, Huremovic M. Amino acids composition and antioxidant activity of selected mushrooms from Bosnia and Herzegovina. Chemistry in Industry: Journal of Chemists and Chemical Engineers. 2019;68(3–4):97–103. DOI: https://doi.org/10.15255/KUI.2018.034.

3. Reis FS, Martins A, Barros L, Ferreira ICFR. Antioxidant properties and phenolic profile of the most widely appreciated cultivated mushrooms: A comparative study between *in vivo* and *in vitro* samples. Food and Chemical Toxicology. 2012;50(5):1201–1207. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.02.013.

4. Carrasco-González JA, Serna-Saldívar SO, Gutiérrez-Uribe JA. Nutritional composition and nutraceutical properties of the *Pleurotus* fruiting bodies: Potential use as food ingredient. Journal of Food Composition and Analysis. 2017;58:69–81. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.01.016.

5. Cheung PCK. Mini-review on edible mushrooms as sourace of dietary fiber: Preparation and health benefits. Food Science and Human Wellness. 2013;2(3–4):162–166. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fshw.2013.08.001.

6. Deepalakshmi K, Mirunalini S. *Pleurotus ostreatus*: an oyster mushroom with nutritional and medicinal properties. Journal of Biochemical Technology. 2014;5(2):718–726.

7. Shah S, Ghosh D, Mallick SK, Sarangi I, Bhutia SK, Banerje I, et al. Immunomodulatory and antitumor activities of water-soluble proteoglycan isolated from the fruiting bodies of culinary-medicinal oyster mushroom *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) P. Kumm. (Agaricomycetideae). International Journal of Medicinal Mushrooms. 2007;9(2):123–128. DOI: https://doi.org/10.1615/IntJMedMushr.v9.i2.30.

8. Jonathan SG, Okon CB, Oyelakin AO, Oluranti OO. Nutritional values of oyster mushroom (Pleurotus ostreatus) (Jacq. Fr.) Kumm. cultivated on different agricultural wastes. Nature and Science. 2012;10(9):186–191.

9. Khatun S, Islam A, Cakilcioglu U, Guler P, Chatterjee NC. Nutritional qualities and antioxidant activity of three edible oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.). NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences. 2015;72–73:1–5. DOI: https://doi.org/10.1016/j.njas.2012.03.003.

10. Oluwafemi G, Seidu KT, Fagbemi TN. Chemical composition, functional properties and protein fractionation of edible oyster mushroom (Pleurotus ostreatus). Annals. Food Science and Technology. 2016;17(1):218–223.

11. Rathore H, Prasad S, Sharma S. Mushroom nutraceuticals for improved nutrition and better human health: A review. PharmaNutrition. 2017;5(2):35–46. DOI: https://doi.org/10.1016/j.phanu.2017.02.001.

12. Tolera KD, Abera S. Nutritional quality of Oyster Mushroom (*Pleurotus Ostreatus*) as affected by osmotic pretreatments and drying methods. Food Science and Nutrition. 2017;5(5):989–996. DOI: https://doi.org/10.1002/fsn3.484.

13. Vetter J. Biological values of cultivated mushrooms – A review. Acta Alimentaria. 2019;48(2):229–240. DOI: https://doi.org/10.1556/066.2019.48.2.11.

14. Mutukwa IB, Hall III CA, Cihacek L, Lee CW. Evaluation of drying method and pretreatment effects on the nutritional and antioxidant properties of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). Journal of Food Procesessing and Preservation. 2019;43. DOI: https://doi.org/10.1111/jfpp.13910.

15. Thakur MP. Advances in post-harvest technology and value additions of edible mushrooms. Indian Phytopathology. 2018;71(3):301–315. DOI: https://doi.org/10.1007/s42360-018-0060-9.

16. Popov IA, Maksimov IV, Manzhesov VI. Search of the optimum way of processing of mushrooms of an oyster mushroom. Tekhnologiya i tovarovedenie sel′skokhozyaystvennoy produktsii [Technology and commodity science of agricultural products]. 2016;7(2):64–72. (In Russ.).

17. Kozlova SL, Lebskaya TK. Computer design of recipe semi-prepared products made of aquatic organisms. KSTU News. 2013;(29):58–65. (In Russ.).

18. Ananina VA, Akhiba SL, Lapshina VT, Mal′gina RM, Sokolov VL, Ruban AP, et al. Sbornik tekhnologicheskikh normativov. Sbornik retseptur blyud i kulinarnykh izdeliy dlya predpri-yatiy obshchestvennogo pitaniya [Book of technological standards. Recipes for dishes and culinary products for public catering enterprises]. Moscow: Khlebprodinform; 1996. 620 p. (In Russ.).

19. Tutel′yan VA. Khimicheskiy sostav i kaloriynost′ rossiyskikh produktov pitaniya [Chemical composition and calorie content of Russian food products]. Moscow: DeLi plyus; 2012. 281 p. (In Russ.).

Сведения об авторах

Дриль Анастасия Александровна
старший преподаватель кафедры технологии и организации пищевых производств, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел.: +7 (383) 346-07-68, e-mail: drilnas-ka@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-4114-4006

Information about the authors

Anastasiia A. Dril
Senior Lecturer of the Department of Technology and Organization of Food Industries, Novosibirsk State Technical University, 20, Karla Marksa Ave., Novosibirsk, 630073, Russia, phone: +7 (383) 346-07-68, e-mail: drilnas-ka@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-4114-4006