

ВЛИЯНИЕ ДОБАВЛЕНИЯ МУКИ ИЗ СВЕРЧКА ДОМАШНЕГО (*ACHETA DOMESTICUS*) НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ОВСЯНОГО ПЕЧЕНЬЯ

¹М.А. Полубесова, ¹Е.В. Мечтаева, ²А.Д. Чернов, ¹К.Г. Кузнецова, ¹А.З. Журавлева, ¹В.Ю. Ситнов,
³О.А. Кузнецова

¹Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН (ВНИИ пищевых добавок – филиал), Санкт-Петербург, Россия

²Федеральный центр охраны здоровья животных, Санкт-Петербург, Россия

³Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, Москва, Россия

E-mail: m.polubesova@fnpcps.ru

Для цитирования: Влияние добавления муки из сверчка домашнего (*Acheta domestica*) на характеристики овсяного печенья / М.А. Полубесова, Е.В. Мечтаева, А.Д. Чернов, К.Г. Кузнецова, А.З. Журавлева, В.Ю. Ситнов, О.А. Кузнецова // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2025. – № 2(75). – С. 232–245. – DOI 10.31677/2072-6724-2025-75-2-232-245.

Ключевые слова: съедобные насекомые, мука из насекомых, домашний сверчок, печенье, обогащение продуктов питания.

Реферат. Растущее население планеты стимулирует поиск альтернативных, богатых белком источников пищи. Благодаря богатому химическому составу, насекомые в последние годы все чаще рассматриваются как перспективный источник белка. Однако их использование в пищевой промышленности на данный момент ограничено. Одним из способов решения данной проблемы является включение насекомых в привычные продукты питания, например, мучные кондитерские изделия. Цель исследования – оценить влияние добавления муки из сверчка домашнего (*Acheta domestica*) на характеристики овсяного печенья. Приготовленные четыре варианта печенья с различными уровнями замены пшеничной и овсяной муки на муку из сверчка домашнего (0, 5, 10, 15 %) оценивались по показателям пищевой ценности, цвета, а также по микробиологическим показателям. Кроме того, в работе проведена дегустация печенья с 10%-й заменой зерновой муки на муку из *Acheta domestica*. В результате исследования выявлено, что в приготовленном печенье при увеличении количества муки из *Acheta domestica* увеличилось количество белка, уменьшилось содержание углеводов. Увеличение экспериментального ингредиента в образцах привело к потемнению изделия. По микробиологическим показателям (КМАФАнМ, БГКП, *Salmonella* spp, *S. aureus*, дрожжи, плесени) печенье с 15%-м добавлением муки из *Acheta domestica* соответствовало нормативам безопасности Технического регламента Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Согласно результатам проведенной дегустации печенья с добавлением муки из *Acheta domestica*, более 80 % респондентов понравилось приготовленное мучное кондитерское изделие, и они хотели бы снова попробовать продукты, содержащие насекомых в будущем. При этом женщины выразили более негативную оценку приготовленного продукта питания по сравнению с мужчинами. Дальнейшие дегустации и информирование потенциальных потребителей о полезных свойствах продуктов с добавлением насекомых предположительно повысят уровень принятия съедобных насекомых среди людей.

Финансирование. Статья опубликована в рамках выполнения тем НИР FGUS-2024–0010 и FGUS-2022–0018 государственного задания ФГБНУ «ФНИЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

INFLUENCE OF ADDING CRICKET MEAL (*ACHETA DOMESTICUS*) ON THE CHARACTERISTICS OF OATMEAL COOKIES

¹M.A. Polubesova, ¹E.V. Mechtaeva, ²A.D. Chernov, ¹K.G. Kuznetsova, ¹A.Z. Zhuravleva, ¹V.Yu. Sitnov,
³O.A. Kuznetsova

¹V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS (All-Russia Research Institute for Food Additives – branch), Saint Petersburg, Russia

²Federal Centre for Animal Health, Saint Petersburg, Russia

³V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, Moscow, Russia

E-mail: m.polubesova@fnpcps.ru

Keywords: edible insects, insect meal, house cricket, cookie, food enrichment.

Abstract. *The world's growing population is driving the search for alternative, protein-rich food sources. In recent years insects have increasingly been considered as a promising source of protein due to their rich chemical composition. However, their use in the food industry is currently limited. One way to solve this problem is to include insects in common foods, such as baked goods. The aim of the study is to evaluate the effect of adding house cricket (*Acheta domesticus*) meal on the characteristics of oatmeal cookies. Was prepared 4 versions of cookies with different levels of replacement of wheat and oat flour with house cricket meal (0%, 5%, 10%, 15%) were evaluated for nutritional value, color, and microbiological indicators. In addition, the work included a tasting of cookies with a 10% replacement of grain flour with meal from *Acheta domesticus*. As a result, it was revealed that in the prepared cookies, with an increase in the amount of meal from *Acheta domesticus*, the amount of protein increased and the content of carbohydrates decreased. An increase in the experimental ingredient in the samples caused the product to darken. According to microbiological indicators (total viable count, coliform bacteria, *Salmonella* spp, *S. aureus*, yeast, molds), cookies with 15% addition of meal from *Acheta domesticus* complied with the safety standards of the Technical Regulations of the Customs Union 021/2011 "On food safety". According to the results of a tasting of cookies with the addition of meal from *Acheta domesticus*, more than 80% of respondents liked the prepared bakery product and would like to try products containing insects again in the future. At the same time, women expressed a more negative assessment of the prepared food product compared to men. Further testing and education of potential consumers about the health benefits of insect-infused products is expected to increase acceptance of edible insects among people.*

Рост численности мирового населения и спроса на богатые белком продукты питания приводит к поиску альтернативных источников пищи. Одними из них для добавления в рацион человека являются съедобные насекомые [1]. История употребления насекомых в пищу людьми начинается до появления первого древнего человека [2]. В последние годы отмечается растущий интерес к съедобным насекомым, публикационная активность по тематике применения насекомых в продуктах питания увеличивается [3]. На данный момент около 2 млрд чел., преимущественно из стран Азии, Африки и Латинской Америки, употребляют насекомых в пищу. Выращивание насекомых обладает значительными экономическими и экологическими преимуществами, которые делают их привлекательным направлением для использования в качестве продукта питания. Разведение насекомых требует гораздо меньшего количества воды, земли и корма по сравнению с традиционным животноводством. Кроме того, насекомые оказывают меньшее воздействие на окружающую среду благодаря незначительному объему выбросов парниковых газов относительно крупного рогатого скота.

Согласно Регламенту Комиссии ЕС 2017/2470, домашний сверчок (*Acheta domesticus*, Orthoptera: Gryllidae) с 2022 г. разрешен для использования в составах хлебобулочных и макаронных изделий, супов, соусов, закусок, кондитерских изделий, замороженных кисломолочных продуктов, аналогов мяса и некоторых других пищевых продуктов [4]. Добавление муки из *Acheta domesticus* в состав продуктов питания способствует обогащению их питательной ценности, в частности высококачественным белком. Содержание белка в *Acheta*

domesticus колеблется от 49–68 %, жира 8–29 %, углеводов 11–26 % от сухой массы [5]. Кроме того, домашний сверчок богат ненасыщенными жирными кислотами, а также может быть источником витамина В, минеральных макро- и микроэлементов и пребиотической клетчатки [6].

Несмотря на это, немногие западные потребители готовы добавлять насекомых в свой рацион. Пищевая неофобия, отвращение, опасения по поводу безопасности, а также низкое сенсорное качество являются одними из основных причин отказа от употребления продуктов с добавлением насекомых. Изучение аспектов, связанных с употреблением насекомых в пищу, вызывает небезосновательный интерес и у научного сообщества. Исследователи рассматривают такие вопросы, как: изменение пищевой ценности продуктов при добавлении насекомых, микробиологические показатели продуктов, изменение внешнего вида и вкуса изделий, а также потребительская оценка. Кроме этого, важным вопросом является разработка способов переработки насекомых для получения продукта, отвечающего требованиям безопасности. Микробиологический анализ муки из сверчка домашнего выявил высокое содержание спорообразующих бактерий [7]. Кроме этого, увеличение содержания муки из *Acheta domesticus* в составе печенья приводит к его потемнению, что может негативно сказаться на потребительской оценке продукта [8]. Тем не менее замечено, что потребители более благосклонно реагируют на продукты, когда насекомые не распознаются визуально и когда не изображены на упаковке, что можно в дальнейшем использовать при разработке маркетинговой стратегии. Проведение дегустаций продуктов на основе насекомых может помочь

изменить отношение к энтомофагии в лучшую сторону и сделать продукты с добавлением насекомых более привычными для потребителей.

Цель исследования – оценить влияние добавления муки из сверчка домашнего на характеристики овсяного печенья. В задачи работы входило: приготовление овсяного печенья с частичной заменой пшеничной и овсяной муки на муку из *Acheta domestica*, оценка его цвета, определение пищевой ценности и микробиологических показателей, а также проведение дегустации печенья с добавлением муки из *Acheta domestica*.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследования являлись образцы овсяного печенья с частичной заменой пшеничной и овсяной муки на муку из *Acheta domestica*.

В приготовлении образцов овсяного печенья с частичной заменой зерновой муки на муку из сверчка домашнего (*Acheta domestica*) использо-

вались следующие ингредиенты: мука пшеничная высшего сорта, мука овсяная, вода, разрыхлитель, сахар-песок, сливочное масло (жирность 82,5 %), соль поваренная, ванилин, мука из сверчка домашнего (Bugvita, UK). Было приготовлено четыре варианта печенья с различным содержанием муки из сверчка:

- СМ0% – без добавления муки из сверчка домашнего (*Acheta domestica*);
- СМ5% – с заменой 5 % пшеничной и овсяной муки на муку из сверчка домашнего (*Acheta domestica*);
- СМ10% – с заменой 10 % пшеничной и овсяной муки на муку из сверчка домашнего (*Acheta domestica*);
- СМ15% – с заменой 15 % пшеничной и овсяной муки на муку из сверчка домашнего (*Acheta domestica*).

Количество ингредиентов для приготовления овсяного печенья указано в табл. 1.

Таблица 1

Количество ингредиентов для приготовления печенья с различным содержанием муки из сверчка домашнего (*Acheta domestica*)

Amount of ingredients for making cookies with different levels of flour from house cricket (*Acheta domestica*)

Продукт	Количество, используемое в рецептуре, % от массы			
	СМ0%	СМ5%	СМ10%	СМ15%
Мука пшеничная	21,9	20,6	19,7	18,6
Мука овсяная	21,9	20,6	19,7	18,6
Вода	13,1	14,1	13,1	13,1
Разрыхлитель	0,9	0,8	0,9	0,9
Сахар-песок	24,5	24,2	24,5	24,5
Сливочное масло	17,4	17,2	17,4	17,4
Соль поваренная	0,2	0,2	0,2	0,2
Ванилин	0,1	0,1	0,1	0,1
Мука из <i>Acheta domestica</i>	0,0	2,2	4,4	6,6

Приготовление печенья с добавлением муки из сверчка домашнего (*Acheta domestica*) осуществлялось следующим образом. К сливочному маслу комнатной температуры добавляли сахар-песок, перемешивали до однородной массы. Сухие ингредиенты (мука пшеничная и овсяная, разрыхлитель, ванилин, соль поваренная и мука из сверчка домашнего) просеивали через сито и смешивали отдельно. В массу из сливочного масла с сахаром добавляли сухие ингредиенты и перемешивали. К полученной массе добавляли воду и перемешивали все ингредиенты до однородности массы. Далее тесту давали отдохнуть 15 мин под

пищевой пленкой. Затем из теста формировалось круглое печенье диаметром $5,0 \pm 0,3$ см и высотой $0,6 \pm 0,1$ см, которое в дальнейшем помещалось на противень и выпекалось в предварительно разогретой духовке при температуре 180 ± 2 °C в течение 20 мин.

Для оценки цвета продуктов получены фотографические изображения изделий с различным содержанием муки из сверчка. Фотографирование осуществлялось в фотобоксе Grifon LED 440 (цветовая температура 5400K, яркость 5000) при максимальной интенсивности освещения. Характеристики цвета продукта оценивались

в соответствии с методом, описанным в работе [9]. L^* (lightness), a^* (redness), b^* (yellowness) показатели были определены с использованием программного обеспечения Adobe Photoshop CS6. Для каждого исследованного содержания муки из сверчка в печенье анализировалось по три фотографии, на каждой фотографии показатели L^* , a^* , b^* определялись в десяти различных точках, выбранных случайно на поверхности изделия. Далее значения L^* , a^* и b^* для определенного содержания муки из сверчка усреднялись по всем тридцати полученным точкам.

Показатель ΔE_{lab} (степень изменения цвета) определяли согласно следующей формуле [10]:

$$\Delta E_{Lab} = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}, \quad (1)$$

где ΔL^* – разность между lightness анализируемого печенья и контрольного;

Δa^* – разность между redness анализируемого печенья и контрольного;

Δb^* – разность между yellowness анализируемого печенья и контрольного.

Насыщенность Ch определяли по следующей формуле [11]

$$Ch = (a^{*2} + b^{*2})^{\frac{1}{2}}. \quad (2)$$

Оттенок H определяли по формуле

$$H = \text{ArcTg}\left(\frac{b^*}{a^*}\right). \quad (3)$$

Индекс потемнения BI определяли по формулам (4) и (5):

$$BI = \frac{|100 \cdot (x - 0,31)|}{0,17}, \quad (4)$$

$$x = \frac{(a^* + 1,75L^*)}{(5,654L^* + a^* - 3,012b^*)}. \quad (5)$$

Показатели пищевой ценности образцов печенья определялись сразу после выпечки в соответствии со стандартными методиками (табл. 2). Содержание углеводов определялось «по разности» в соответствии с уравнением

$$\text{Углеводы (\%)} = 100 - \text{Белок (\%)} - \text{Жир (\%)} - \text{Зола (\%)} - \text{Влага (\%)}. \quad (6)$$

Таблица 2

Перечень показателей пищевой ценности, микробиологических показателей и методов исследования печенья
List of nutritional value indicators, microbiological indicators and methods of research of cookies

Показатель	Нормативный документ на метод исследования
<i>Пищевая ценность</i>	
Белок	МУ 1-40/3805-91
Жир	ГОСТ 31902-2012
Сахар	ГОСТ 5903-89 п.3, п.4
Зола	ГОСТ 5901-2014
Влага	ГОСТ 5900-2014
Углеводы	МУ 1-40/3805 п 7.4.5
Пищевая ценность	ТР ТС 022/2011
<i>Микробиологические показатели</i>	
КМАФАнМ	ГОСТ 10444.15–94
Плесени и дрожжи	ГОСТ 10444.12–2013
<i>S. aureus</i>	ГОСТ 31746–2012 (ISO 6888-1:1999, ISO 6888-2:1999, ISO 6888-3:2003)
БГКП	ГОСТ 31747–2012
<i>Salmonella spp.</i>	ГОСТ 31659–2012 (ISO 6579:2002)

Микробиологические показатели образцов печенья определялись сразу после выпечки в соответствии со стандартными методиками (см. табл. 2).

Проведенная дегустация печенья с 10%-м добавлением муки из сверчка домашнего (*Acheta domestica*) охватила 41 участника. Участники

дегустации были заранее проинформированы о том, что печенье, которое они будут пробовать, содержит муку из сверчка домашнего (*Acheta domestica*). Кроме того, участники также были осведомлены о возможности возникновения аллергической реакции на насекомых у людей, склонных к аллергии на ракообразных и пылевых клещей.

Во время дегустации участникам предложили принять участие в опросе. Он включал в себя вопросы:

- *Ваш пол* с вариантами ответа: “Мужской” и “Женский”;
- *Ваш возраст* с вариантами ответа: “<18”, “18–35”, “35–55”, “>56”;
- *“Как вы относитесь к употреблению насекомых в пищу?”* с вариантами ответа: “Положительно”, “Скорее положительно”, “Нейтрально”, “Скорее отрицательно”, “Отрицательно”;

• *“Понравилось ли вам печенье с добавлением муки из насекомых?”* с вариантами ответа: “Да”, “Затрудняюсь ответить” и “Нет”;

• *“Хотели бы вы попробовать снова продукты с добавлением муки из насекомых?”* с вариантами ответа: “Да”, “Затрудняюсь ответить” и “Нет”.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Показатели цвета. Цвет продукта оказывает значительное влияние на восприятие изделия потенциальными потребителями: он может как увеличить намерение покупки, так и, напротив, вызвать негативную реакцию. Фотографические изображения приготовленного овсяного печенья с различным содержанием муки из сверчка домашнего (*Acheta domestica*) приведены на рис. 1.

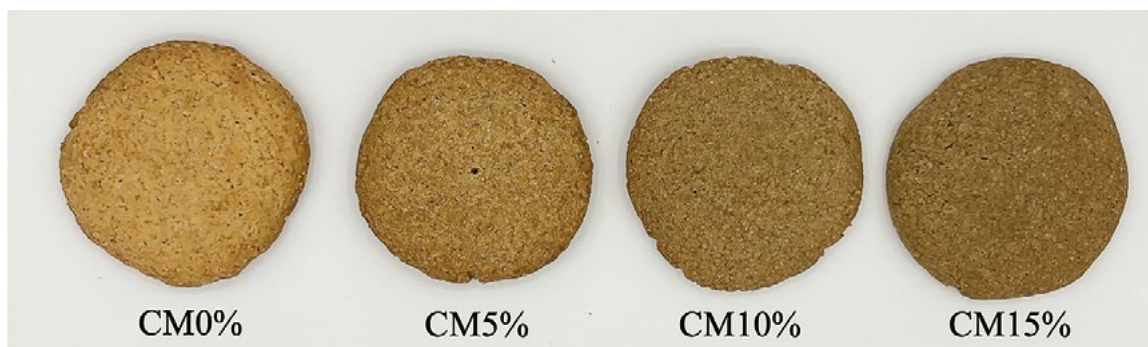


Рис. 1. Фотографические изображения овсяного печенья с различным содержанием муки из сверчка домашнего (*Acheta domestica*)

Photographic images of oatmeal cookies with varying levels of house cricket (*Acheta domestica*) flour

Добавление муки из *Acheta domestica* в рецептуру овсяного печенья привело к потемнению изделия (табл. 3). Оценка показателей цвета изображений приготовленного печенья, L^* (lightness), a^* (redness), b^* (yellowness), выявила уменьшение L^* , a^* и b^* при увеличении содержания муки из сверчка домашнего. При этом замечено, что уменьшение L^* в образце с 10%-м добавлением муки из *Acheta domestica* по сравнению с 5%-м оказалось наименьшим (на 7,2 %) относительно других смежных между собой значений. Полученный результат частично согласуется с другими работами, в которых оценивалось влияние добавления муки из сверчка домашнего на показатели цвета печенья. При увеличении количества муки из сверчка домашнего от 0 до 10 % вместо пшеничной муки значения L^* , a^* и b^* также снизились [12]. В работе [8], при оценке влияния замены овсяной муки на

муку из сверчка домашнего в составе печенья авторы пришли к аналогичному результату, за исключением увеличивающегося показателя a^* . Увеличение a^* свидетельствует о том, что оттенок мучного кондитерского изделия стал более красным. Включение в состав печенья других насекомых, термитов (*Macrotermes bellisicosus*), привело не только к увеличению a^* , но и к увеличению b^* [13]. Во всех рассматриваемых выше исследованиях добавление муки из насекомых привело к значительному потемнению продукта.

Показатель ΔE_{lab} характеризует степень отличия цвета изделия от контрольного, изменение считается значительным при $\Delta E_{lab} > 3$ [10]. Согласно полученным данным, чем выше содержание муки из сверчка домашнего в изделии, тем сильнее изменяется его цвет, а также уменьшается насыщенность цвета Ch , т. е. изделие становится

более бледным. Аналогичный результат наблюдается и в работе R.S. Aleman и J. Marcia [12].

Оттенок H печенья практически не менялся за исключением образца с 15%-м добавлением муки из сверчка домашнего, в котором значение показателя уменьшилось.

Индекс потемнения BI печенья увеличился с 119,71 в контрольном образце до 147,31 в образце с 15%-м добавлением муки из *Acheta domesticus*

(на 23 %), что также доказывает существенное потемнение приготовленного печенья. В литературе присутствуют сведения, что потемнение изделия способно негативно сказаться на потребительской оценке продукта [8]. Несмотря на это качественная упаковка и хороший вкус изделия предположительно способны минимизировать возможное негативное воздействие фактора темного цвета.

Таблица 3

Показатели L^* , a^* , b^* , ΔE_{lab} , Ch , h , BI печенья с различным содержанием муки из сверчка домашнего (*Acheta domesticus*)

L^* , a^* , b^* , ΔE_{lab} , Ch , h , BI indices of cookies with different levels of cricket flour (*Acheta domesticus*)

Образец	L^*	a^*	b^*	ΔE_{lab}	Ch	H	BI	Цвет
СМ0%	67,80±1,57	11,63±0,62	46,90±1,12	—	48,32	1,33	119,71	
СМ5%	56,00±2,40	10,47±0,77	41,93±1,46	12,86	43,22	1,33	135,42	
СМ10%	52,47±1,81	9,47±0,49	38,23±0,89	17,75	39,39	1,33	129,65	
СМ15%	47,20±1,52	10,50±0,55	36,93±1,01	22,91	38,40	1,29	147,31	

Таким образом, увеличение содержания муки из сверчка домашнего (*Acheta domesticus*) в составе печенья привело к существенному изменению его цвета, а именно потемнению и снижению насыщенности. Согласно литературным данным, такие изменения чаще рассматриваются негативно со стороны потребителей, однако в совокупности с хорошим вкусом могут не оказывать влияния. Поэтому дальнейшие исследования по данному направлению рекомендуется сосредоточить на оценке внешнего вида и вкуса печенья потенциальными потребителями.

Пищевая ценность. Оценка пищевой ценности печенья с добавлением муки из сверчка домашнего включала в себя определение количества белка, жира, углеводов, сахаров, влаги, золы и общей энергетической ценности. Пищевая ценность приготовленного печенья указана в табл. 4. Стоит отметить, что с увеличением доли муки из *Acheta domesticus* в рецептуре увеличивалось количество белка. Так, например, в печенье с 15%-м добавлением муки из сверчка количество белка, г/100 г, увеличилось на 48,6 % по сравне-

нию с аналогичным показателем в контрольном образце. Полученный результат согласуется с другими работами, в которых оценивалась пищевая ценность печенья с добавлением муки из *Acheta domesticus*. Например, в исследовании [12] замена пшеничной муки мукой из *Acheta domesticus* (от 5 до 10 %) в составе печенья с шоколадной крошкой привела к увеличению содержания белка. Более того, в работе [14] замена в составе печенья муки из маниоки, ферментированной *Aspergillus oryzae*, мукой из сверчка домашнего до 36 % привела к аналогичному результату. В литературе отмечается, что добавление в состав мучных кондитерских изделий других насекомых, например, термитов (*Macrotermes bellicosus*) также приводит к обогащению пищевой ценности продукта белком [13]. основополагающим аспектом, определяющим качество белка, является аминокислотный состав. В аминокислотном профиле муки из *Acheta domesticus* присутствуют все незаменимые аминокислоты, среди которых больше всего лейцина и лизина. В муке из *Acheta domesticus*, аминокислотный профиль которой

определялся в работе [15], содержание восьми из девяти незаменимых аминокислот (исключением являлся метионин) выше, чем количество, рекомендуемое Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН к ежедневному употреблению для взрослых.

Увеличение доли муки из сверчка домашнего в рецептуре печенья не привело к существенным изменениям в количестве жира. В контрольном образце выявлено наибольшее содержание жира по сравнению с другими образцами, а в печенье с 5%-м добавлением муки из сверчка домашнего, напротив, наименьшее. Начиная с 5%-го добавления муки из *Acheta domesticus* количество жира начинает немного увеличиваться. Полученный результат частично не согласуется с другими работами, в которых оценивалась пищевая ценность печенья с добавлением муки из *Acheta domesticus*. В исследовании [12] отмечено, что при увеличении количества муки из сверчка домашнего до 10 % в печенье количество жира сократилось. В работе [14] содержание жира в печенье практически не менялось, однако при 36%-й замене муки из марики мукой из *Acheta domesticus* выявлено наименьшее содержание жира по сравнению с другими уровнями замещения. В работе [8] отмечается, что при увеличении количества муки из

сверчка домашнего количество жира также менялось незначительно (увеличивалось с 23,69 г/100 г в контрольном образце до 24,68 г/100 г в образце с 15 % муки из экспериментального ингредиента). Исходя из вышесказанного, при увеличении включения муки из *Acheta domesticus* количество жира может варьироваться: немного увеличиваться, не меняться или сокращаться в зависимости от состава заменяемого ингредиента.

При увеличении содержания муки из сверчка домашнего количество углеводов в печенье стало снижаться с 65,6 г/100 г в контрольном образце до 63,4 г/100 г в образце с 15 %-м добавлением муки из *Acheta domesticus* (на 3,4 %), что согласуется с рассмотренными выше работами [8, 12, 14] и объясняется заменой в составе изделия высокоуглеводного ингредиента (зерновой муки), на низкоуглеводную, высокобелковую муку из насекомого.

В проведенном исследовании количество золы в изделиях немного сократилось: с 1,04 г/100г в контрольном образце до 0,96 г/100г в печенье с добавлением 15 % экспериментального ингредиента. Полученный результат согласуется с работой авторов R.S Aleman и J. Marcia, где количество золы также уменьшилось, но не соотносится с исследованием K.O. Otieno и P.S. Muliro.

Таблица 4

Пищевая ценность и микробиологические показатели печенья с различным содержанием муки из сверчка домашнего (*Acheta domesticus*)
Nutritional value and microbiological parameters of biscuits with different contents of house cricket flour (*Acheta domesticus*)

Показатель	CM0%	CM5%	CM10%	CM15%
1	2	3	4	5
<i>Пищевая ценность</i>				
Белок, г/100 г	7,36±0,30	8,29±0,30	9,62±0,30	10,94±0,30
Жир, г/100 г	19,2±0,8	17,3±0,8	18,1±0,8	18,7±0,8
Углеводы, г/100 г	65,6	65,5	65,7	63,4
Сахар, г/100 г	32,9±1,0	30,0±1,0	31,9±1,0	31,6±1,0
Влага, г/100 г	6,8±0,4	7,7±0,4	5,6±0,4	6,0±0,4
Зола, г/100 г	1,04	1,21	0,98	0,96
Зола, нерастворимая в HCl, г/100 г	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Энергетическая ценность, ккал	465	451	464	465
<i>Микробиологические показатели</i>				
КМАФАнМ, КОЕ/г	<1,0*10 ¹	–	–	2,0*10 ²
БГКП, в 0,1 г	ND	–	–	ND
<i>Salmonella</i> spp, в 25 г	ND	–	–	ND

1	2	3	4	5
<i>S. aureus</i> , в 0,1 г	ND	–	–	ND
Дрожжи, КОЕ/г	<1,0*10 ¹	–	–	<1,0*10 ¹
Плесени, КОЕ/г	<1,0*10 ¹	–	–	<1,0*10 ¹

ND – не обнаружено.

Таким образом, энергетическая ценность приготовленного печенья практически не изменялась. Включение в состав мучных кондитерских изделий муки из насекомых способствует обогащению их пищевой ценности белком, в состав которого входят незаменимые аминокислоты. Увеличение количества муки из сверчка домашнего в приготовленном печенье на 2,2, 4,4 и 6,6 % привело к повышению количества белка на 12,6, 30,7 и 48,6 % соответственно относительно контрольного образца, что объясняется высоким содержанием белка в самом сверчке.

Микробиологические исследования. Определение микробиологических показателей продукта питания имеет первостепенное значение при общей оценке продукта, поскольку присутствие патогенных микроорганизмов может привести к рискам для здоровья потребителей. Для микробиологических исследований печенья выбран ряд показателей, характеризующих качество и безопасность пищевой продукции: КМАФАнМ, БГКП, *Salmonella spp*, *S. aureus*, дрожжи, плесени. По результатам исследования на выбранные показатели печенье с 15%-м добавлением муки из *Acheta domesticus* соответствует нормативам безопасности Технического регламента Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [16]. Кроме того, результаты контрольного образца совпадают с результатами печенья с 15%-м добавлением муки из сверчка по показателям БГКП, *Salmonella spp*, *S. aureus*, дрожжи, плесени. КМАФАнМ в образце с 15%-м добавлением муки из сверчка домашнего (*Acheta domesticus*) больше по сравнению с контрольным образцом. Полученные результаты микробиологических исследований печенья отражены в табл. 4.

Количество микробиологических исследований изделий с добавлением муки из сверчка домашнего (*Acheta domesticus*) в настоящее время ограничено. При исследовании хлеба с заменой пшеничной муки на муку из *Acheta domesticus* (10 и 30 %) выявлено отсутствие дрожжей и молочнокислых бактерий. Несмотря на это в приготовленном хлебе присутствовали спорообразующие бактерии: от 3,1 до 3,7 log₁₀ КОЕ/г, в зависимости

от уровня включения (10 и 30 % соответственно) [7]. В работе [17] в приготовленных лепешках с добавлением муки из сверчка домашнего (*Acheta domesticus*) не были обнаружены мезофильные аэробы и презумптивные лактобактерии. Однако наибольшее содержание спорообразующих бактерий выявлено у образцов лепешек с добавлением муки из *Acheta domesticus* по сравнению с образцами, приготовленными без включения данного ингредиента.

Вышеупомянутые работы также исследовали микробиологические показатели муки из *Acheta domesticus*. При микробиологическом исследовании муки из сверчка домашнего [7] авторы А. Osimani и V. Milanović выявили наличие молочнокислых бактерий в количестве 3,86±0,01 log₁₀ КОЕ/г, спорообразующих бактерий – 5,52±0,02 log₁₀ КОЕ/г и дрожжей – <1 log₁₀ КОЕ/г. В исследовании авторов L. Belleggia и R. Foligni при анализе различных видов муки для приготовления лепешек мука из сверчка домашнего показала наибольшее содержание спорообразующих бактерий (3,54±0,10 log₁₀ КОЕ/г) и презумптивных лактобактерий (4,87±0,11 log₁₀ КОЕ/г) по сравнению с другими видами муки [17]. Тем не менее использование различных способов обработки насекомых способствует сокращению микробной нагрузки. В исследовании [18] сушка в духовом шкафу и микроволновая сушка привели к уменьшению количества аэробных бактерий, дрожжей и плесени в муке из *Acheta domesticus* по сравнению с образцами без обработки. Следовательно, существует необходимость тщательного подбора методов и оптимальных параметров обработки насекомых, при которых микробиологические показатели будут находиться в безопасном для человека диапазоне.

Таким образом, приготовленное печенье соответствует нормативам безопасности Технического регламента Таможенного союза 021/2011. Тем не менее оценка безопасности продуктов питания с добавлением насекомых имеет первостепенное значение при разработке, так как необходимо учитывать возможные риски для здоровья потребителей. Исходя из этого, дальнейший поиск

эффективных методов обработки насекомых все еще остается актуальным направлением в исследованиях, связанных с добавлением насекомых в пищевые продукты.

*Дегустация печенья с добавлением муки из *Acheta domesticus**. Согласно опросам, проводимым в различных странах, значительная часть респондентов относится отрицательно к употреблению насекомых в пищу [19, 20]. Новый для многих потребителей продукт вызывает страх и отвращение [21]. При этом участники опросов и дегустаций охотнее пробуют насекомых в составе какой-либо продукции, а не в естественном виде [21, 20]. В работах исследователей отмечается, что потребители в основном могут испытывать страх перед тем, как впервые пробуют новый продукт питания [22]. Кроме этого, существует корреляция между положительной оценкой нового продукта питания при первом употреблении и желанием попробовать его вновь в будущем [20]. Исходя из этого, одним из способов улучшения отношения потребителей к насекомым в качестве продукта питания является добавление его в популярные продукты, имеющие высокие вкусовые качества. К таким продуктам относятся кондитерские и хлебобулочные изделия. Обогащение мучных кондитерских изделий белком, полученным из недорогого экологичного источника, также позволяет повысить пользу от их употребления, увеличивая суточную долю белка, потребляемую человеком, без существенного повышения стоимости изделия. Однако согласно литературным данным при добавлении большого количества муки из насекомых потребительская оценка таких продуктов существенно снижается [23]. Основными причинами этого является ухудшение вкусовых качеств и потемнение изделия [21].

Следовательно, необходимо получить изделие, наиболее привлекательное для потребителя, но при этом сохраняющее полезные качества продуктов с добавлением насекомых.

Добавление муки из *Acheta domesticus* привело к изменению цвета овсяного печенья, однако существенной разницы между образцами СМ5% и СМ10% не наблюдалось. При этом замена 10 % зерновой муки на сверчковую приводила к увеличению содержания белка в изделии на 16 % по сравнению с СМ5% и на 31 % по сравнению с контрольным образцом (СМ0%). Энергетическая ценность образцов с 10%-й и 15%-й заменой зерновой муки на муку из *Acheta domesticus* практически равна. Однако при увеличении содержания до 15 % наблюдается существенное потемнение продукта, что может негативно восприниматься потребителями. Кроме этого, замена более 10 % зерновой муки на муку из насекомых часто приводит к ухудшению вкуса мучных кондитерских изделий, что вызывает значительное снижение потребительских оценок [5]. На основании вышесказанного было решено выбрать образец СМ10 % для проведения дегустации с опросом потенциальных потребителей.

Для потребительской оценки печенья с добавлением 10 % муки из *Acheta domesticus* проведена дегустация, в которой принял участие 41 человек в возрасте 18–55 лет. После того, как участники дегустации попробовали мучное кондитерское изделие, им предложили пройти опрос, направленный на определение общей оценки печенья и желания попробовать продукты с добавлением насекомых снова. Демографический профиль участников дегустации и их отношение к употреблению насекомых отмечены в табл. 5.

Таблица 5

Демографический профиль и отношение к употреблению насекомых в пищу участников дегустации
Demographic profile and attitudes towards insect consumption among tasting participants

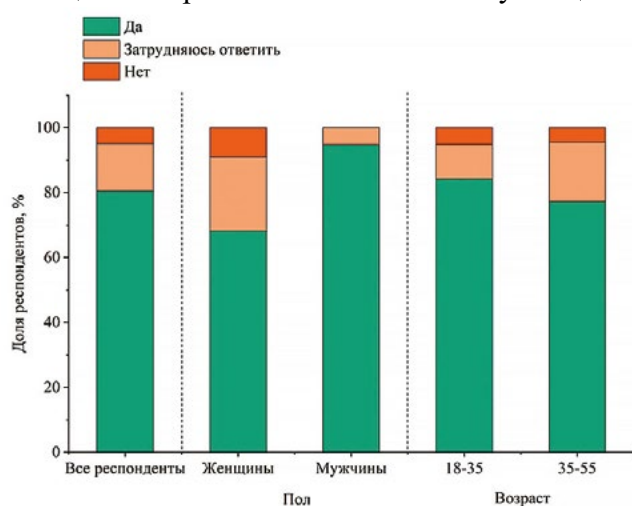
Параметр	Ответ	Количество, чел.	%
1	2	3	4
Пол	Женский	22	54
	Мужской	19	46
Возрастная группа	18–35	19	46
	35–55	22	54

1	2	3	4
Отношение к употреблению насекомых в пищу	Положительно	5	12
	Скорее положительно	9	22
	Нейтрально	23	56
	Скорее отрицательно	3	7
	Отрицательно	1	2

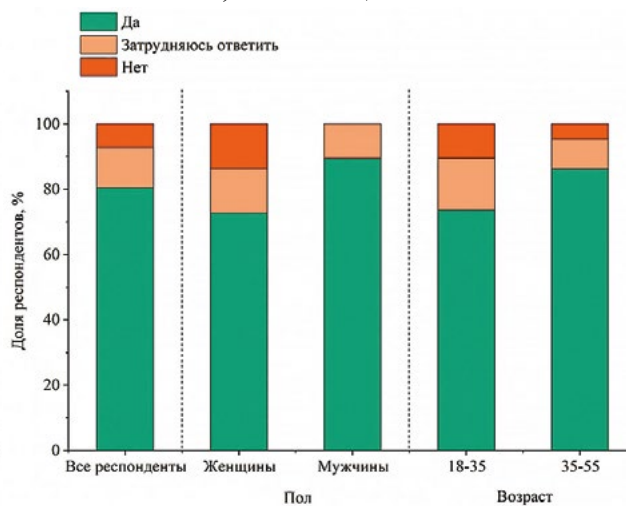
Как видно из таблицы, большая часть опрошенных (56 %) относится к употреблению насекомых нейтрально, при этом 22 % – скорее положительно.

По результатам проведенного опроса большинству респондентов, участвовавших в дегустации, понравилось печенье с добавлением муки из *Acheta domesticus* (80 %) (рис. 2, а). При этом женщины выразили более негативную оцен-

ку приготовленного продукта по сравнению с мужчинами: 9 % женщин ответили, что им не понравилось печенье, в то время, как среди мужчин данной точки зрения не придерживался ни один из опрошенных. Полученный результат согласуется с работой [24], в которой мужчины из США и Испании оценили печенье с шоколадной крошкой с добавлением 15 % муки из сверчка положительнее, чем женщины.



а)



б)

Рис. 2. Ответы респондентов на вопросы «Понравилось ли вам печенье с добавлением муки из насекомых?» – а и «Хотели бы вы попробовать снова продукты с добавлением муки из насекомых?» – б

Respondents' answers to the questions "Did you like the cookies with added insect flour?" – а and "Would you like to try products with added insect flour again?" – б

Большинство респондентов (80 %), участвовавших в дегустации, положительно ответили на вопрос о том хотели бы они попробовать снова продукты с добавлением муки из насекомых (рис. 2, б). При этом доля мужчин, готовых в будущем попробовать продукты с добавлением муки из насекомых, оказалась больше, чем женщин (89 и 73 % соответственно). Проведение дегустаций может положительно повлиять на готовность людей к употреблению насекомых в будущем. Например, в исследовании [25] доля участников дегустации печенья с добавлением 10 % муки из сверчка домашнего, которая была бы готова

попробовать других насекомых в продуктах питания, также оказалась высокой и составила 74 %. Стоит отметить, что доля положительно настроенных мужчин оказалась больше, чем женщин (86 и 64 % соответственно), что согласуется с текущим исследованием. Литературные данные свидетельствуют о том, что даже визуальная презентация продуктов питания с добавлением насекомых может положительно повлиять на готовность к употреблению насекомых. Например, в работе [26] при реальной демонстрации потребителям для визуальной оценки печенья, содержащего муку из сверчка домашнего (*Acheta domesticus*),

готовность к употреблению данного продукта, принятие и намерение покупки увеличились.

Как видно, участники дегустации в возрасте 18–35 лет лучше оценили приготовленное печенье с добавлением муки из *Acheta domesticus*, чем респонденты возраста 35–55 (см. рис. 2, а). С другой стороны, среди участников дегустации, готовых попробовать продукты с добавлением насекомых снова, доля респондентов в возрасте 35–55 лет оказалась больше, чем в возрасте 18–35 (см. рис. 2, б). Полученный результат можно предположительно объяснить тем, что несмотря на то, что возрастной группе 35–55 лет приготовленное мучное кондитерское изделие понравилось меньше, к другим продуктам с добавлением насекомых они относятся лояльнее. Мнения по поводу зависимости отношения к продуктам с добавлением насекомых и возраста в научной литературе расходятся. С одной стороны, согласно данным [27], пробовать альтернативные продукты питания с добавлением насекомых склонны скорее молодые люди. Однако, согласно бельгийскому исследованию [20], люди более старшего возраста менее неохотны и в большей степени готовы пробовать продукты с добавлением данного ингредиента.

Таким образом, большинство респондентов положительно оценили печенье с добавлением муки из *Acheta domesticus*. Более того, более 80 % опрошенных согласились попробовать продукты с добавлением насекомых снова. Таким образом, можно предположить, что готовность попробовать продукты с добавлением насекомых можно увеличить еще больше. В частности, предоставление информации потребителям о потенциальном благоприятном воздействии насекомых на здоровье увеличивает возможность покупки продуктов с добавлением насекомых [13].

ВЫВОДЫ

1. Мука из сверчка домашнего (*Acheta domesticus*) представляет собой богатый белком ингредиент, который может быть использован

для повышения пищевой ценности продуктов питания. Увеличение содержания муки из сверчка домашнего (*Acheta domesticus*) в составе овсяного печенья привело к увеличению количества белка и сокращению количества углеводов. Печенье с 15%-м добавлением муки из *Acheta domesticus* соответствовало нормативам безопасности Технического регламента Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» по показателям КМАФАнМ, БГКП, *Salmonella spp.*, *S. aureus*, дрожжи, плесени. Тем не менее в данный момент количество исследований безопасности изделий с добавлением *Acheta domesticus* ограничено. В дальнейших исследованиях, связанных с включением насекомых в состав продуктов питания, рекомендуется уделять особое внимание этому вопросу. Исследования безопасности продуктов с добавлением насекомых и информирование потребителей о результатах таких исследований способно существенно повысить их желание употреблять изделия, содержащие насекомых и продукты их переработки.

2. По результатам проведенной дегустации, большинство участников (>80 %) положительно оценили печенье с 10%-м включением муки из *Acheta domesticus*. Несмотря на это, обнаружено, что приготовленное овсяное печенье женщины оценили хуже, чем мужчины. Дальнейшие дегустации и предоставление потенциальным потребителям информации о пользе продуктов с добавлением насекомых предположительно будут способствовать большему принятию съедобных насекомых со стороны потребителей. Кроме того, увеличение содержания экспериментального ингредиента привело к потемнению изделия, что потенциально может негативно сказаться на потребительской оценке изделия. Поэтому в будущем необходимы более детальные исследования восприятия потребителями вкуса и внешнего вида мучных кондитерских изделий с добавлением насекомых и определение корреляции между этими параметрами и общей потребительской оценкой изделия и желанием употреблять его в дальнейшем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Benefits and Challenges in the Incorporation of Insects in Food Products* / B.A. Acosta-Estrada, A. Reyes, C.M. Rosell [et al.] // *Frontiers in nutrition*. – 2021. – № 8. – P. 1–21. – DOI: 10.3389/fnut.2021.687712.
2. *Liceaga A.M.* Edible insects, a valuable protein source from ancient to modern times // *Advances in food and nutrition research*. – Academic Press. – 2022. – № 10. – P. 129–152.
3. *Van Huis A.* Edible insects: Challenges and prospects // *Entomological Research*. – 2022. – № 52(4). – P. 161–177. – DOI: 10.1111/1748-5967.12582.

4. *Document 32022R0188*. Commission Implementing Regulation (EU) 2022/188 of 10 February 2022 authorising the placing on the market of frozen, dried and powder forms of *Acheta domestica* as a novel food under Regulation (EU) 2015/2283 of the European Parliament and of the Council, and amending Commission Implementing Regulation (EU) 2017/2470 (Text with EEA relevance) *C/2022/695 OJ L 30, February 11 2022*. – P. 108–113.
5. *Edible insect powder for enrichment of bakery products – A review of nutritional, physical characteristics and acceptability of bakery products to consumers* / I. Amoah, J.C. Cobbinah, J.A. Yeboah [et.al.] // *Future Foods*. – 2023. – № 8. – P. 1–18. – DOI: 10.1016/j.fufo.2023.100251.
6. *House cricket (Acheta domestica): A review based on its nutritional composition, quality, and potential uses in the food industry* / G. Pilco-Romero, A.M. Chisaguano-Tonato, M.E. Herrera-Fontana [et.al.] // *Trends in Food Science & Technology*. – 2023. – № 142. – Article 104226. – DOI: 10.1016/j.tifs.2023.104226.
7. *Bread enriched with cricket powder (Acheta domestica): A technological, microbiological and nutritional evaluation* / A. Osimani, V. Milanović, F. Cardinali [et.al.] // *Innovative food science & emerging technologies*. – 2018. – № 48. – P. 150–163. – DOI: 10.1016/j.ifset.2018.06.007.
8. *Cricket-Enriched Oat Biscuit: Technological Analysis and Sensory Evaluation* / B. Biró, M.A. Sipos, A. Kovács [et.al.] // *Foods*. – 2020. – № 9. – P. 1–17. – DOI: 10.3390/foods9111561.
9. *Shelf life extension of veal meat by edible coating incorporated with Zataria multiflora essential oil* / H. Lashkari, M. Halabinejad, A. Rafati, A. Namdar // *Journal of Food Quality*. – 2020. – № 1. – P. 1–8. – DOI: 10.1155/2020/8871857.
10. *Effect of pre-treatment and drying method on physico-chemical properties and dry fractionation behaviour of mealworm larvae (Tenebrio molitor L.)* / B. Purschke, H. Brüggem, R. Scheibelberger, H. Jäger // *European Food Research and Technology*. – 2018. – № 244(2). – P. 269–280. – DOI: 10.1007/s00217-017-2953-8.
11. *Maskan M. Kinetics of colour change of kiwifruits during hot air and microwave drying* // *Journal of Food Engineering*. – 2001. – № 48(2). – P. 169–175. – DOI: 10.1016/S0260-8774(00)00154-0.
12. *Formulation of Protein-Rich Chocolate Chip Cookies Using Cricket (Acheta domestica) Powder* / R.S. Aleman, J. Marcia, S.K. Pournaki [et. al.] // *Foods*. – 2022. – № 11. – P. 1–18. – DOI: 10.3390/foods11203275.
13. *Awobusuyi T.D., Siwela M., Pillay K. Sorghum–insect composites for healthier cookies: nutritional, functional, and technological evaluation* // *Foods*. – 2020. – № 9(10). – P. 1–15. – DOI: 10.3390/foods9101427.
14. *Otieno K.O., Muliro P.S., Omwamba M.N. Nutrient composition of biscuits containing fermented cassava and cricket flour* // *East African Agricultural and Forestry Journal*. – 2021. – № 85. – P. 40–47.
15. *Characterization of protein in cricket (Acheta domestica), locust (Locusta migratoria), and silk worm pupae (Bombyx mori) insect powders* / E.N. Brogan, Y.L. Park, K.E. Matak, J. Jaczynski // *LWT*. – 2021. – № 152. – P. 1–7. – DOI: 10.1016/j.lwt.2021.112314.
16. *Технический регламент Таможенного союза (TP TC 021/2011) «О безопасности пищевой продукции».*
17. *Morphotextural, microbiological, and volatile characterization of flatbread containing cricket (Acheta domestica) powder and buckwheat (Fagopyrum esculentum) flour* / L. Belleghia, R. Foligni, I. Ferrocino [et al.] // *European Food Research and Technology*. – 2023. – № 249(11). – P. 2777–2795. – DOI: 10.1007/s00217-023-04327-5.
18. *Effects of microwave and hot air oven drying on the nutritional, microbiological load, and color parameters of the house crickets (Acheta domestica)* / M. Bawa, S. Songsermpong, C. Kaewtapee, W. Chanput // *Journal of Food Processing and Preservation*. – 2020. – № 44(5). – P. 1–12. – DOI: 10.1111/jfpp.14407.
19. *Полубесова М.А., Новикова (Захарова) М.В., Рябухин Д.С. Энтомофагия: безопасно ли употреблять в пищу насекомых? // Пищевые системы. – 2022. – № 5(1). – С. 70–76. – DOI: 10.21323/2618-9771-2022-5-1-70-76.*
20. *Edible insects acceptance by Belgian consumers: promising attitude for entomophagy development* / R. Caparros Megido, L. Sablon, M. Geuens [et al.] // *Journal of Sensory Studies*. – 2014. – № 29(1). – P. 14–20. – DOI: 10.1111/joss.12077.
21. *Ardoin R., Prinyawiwatkul W. Consumer perceptions of insect consumption: A review of western research since 2015* // *International Journal of Food Science & Technology*. – 2021. – № 56(10). – P. 4942–4958. – DOI: 10.1111/IJFS.15167.
22. *Mishyna M., Chen J., Benjamin O. Sensory attributes of edible insects and insect-based foods–Future outlooks for enhancing consumer appeal* // *Trends in Food Science & Technology*. – 2020. – № 95. – P. 141–148. – DOI: 10.1016/j.tifs.2019.11.016.
23. *Effect of Partial Substitution of Flour with Mealworm (Tenebrio molitor L.) Powder on Dough and Biscuit Properties* / X. Xie, Z. Yuan, K. Fu [et al.] // *Foods*. – 2022. – № 11. – P. 1–13. – DOI: 10.3390/foods11142156.
24. *Consumer acceptability in the USA, Mexico, and Spain of chocolate chip cookies made with partial insect powder replacement* / M. Castro Delgado, IV.E. Chambers, A. Carbonell-Barrachina [et. al.] // *Journal of Food Science*. – 2020. – № 85(6). – P. 1621–1628. – DOI: 10.1111/1750-3841.15175.
25. *Sogari G., Menozzi D., Mora C. Exploring young foodies' knowledge and attitude regarding entomophagy: A qualitative study in Italy* // *International Journal of Gastronomy and Food Science*. – 2017. – № 7. – P. 16–19. – DOI: 10.1016/j.ijgfs.2016.12.002.
26. *The Impact of Information Presentation on Consumer Perceptions of Cricket-Containing Chocolate Chip Cookies* / Y. Gao, P. Chonpracha, B. Li [et. al.] // *Foods*. – 2024. – № 13. – P. 1–14. – DOI: 10.3390/foods13030479.

27. New sustainable protein sources: consumers' willingness to adopt insects as feed and food / M. Laureati, C. Proserpio, C. Jucker, S. Savoldelli // *Italian Journal of Food Science*. – 2016. – № 28(4). – P. 652–668. – DOI: 10.14674/1120-1770/ijfs.v476.

REFERENCES

1. Acosta-Estrada B.A., Reyes A., Rosell C.M., Rodrigo D., Ibarra-Herrera C.C., Benefits and Challenges in the Incorporation of Insects in Food Products, *Frontiers in nutrition*, 2021, No. 8, pp. 1–21, DOI: 10.3389/fnut.2021.687712.
2. Liceaga A.M., Edible insects, a valuable protein source from ancient to modern times, *Advances in food and nutrition research*. Academic Press, 2022, No. 10, pp. 129–152.
3. Van Huis A., Edible insects: Challenges and prospects, *Entomological Research*, 2022, No. 52(4), pp. 161–177, DOI: 10.1111/1748-5967.12582.
4. Document 32022R0188. Commission Implementing Regulation (EU) 2022/188 of 10 February 2022 authorising the placing on the market of frozen, dried and powder forms of *Acheta domesticus* as a novel food under Regulation (EU) 2015/2283 of the European Parliament and of the Council, and amending Commission Implementing Regulation (EU) 2017/2470 (Text with EEA relevance) C/2022/695 OJ L 30, February 11 2022, pp. 108–113.
5. Amoah I., Cobbinah J.C., Yeboah J.A. et al., Edible insect powder for enrichment of bakery products – A review of nutritional, physical characteristics and acceptability of bakery products to consumers, *Future Foods*, 2023, No. 8, pp. 1–18, DOI: 10.1016/j.fufo.2023.100251.
6. Pilco-Romero G., Chisaguano-Tonato A.M., Herrera-Fontana M.E., et al., House cricket (*Acheta domesticus*): A review based on its nutritional composition, quality, and potential uses in the food industry, *Trends in Food Science & Technology*, 2023, No. 142, Article 104226, DOI: 10.1016/j.tifs.2023.104226.
7. Osimani A., Milanović V., Cardinali F. et al., Bread enriched with cricket powder (*Acheta domesticus*): A technological, microbiological and nutritional evaluation, *Innovative food science & emerging technologies*, 2018, No. 48, pp. 150–163, DOI: 10.1016/j.ifset.2018.06.007.
8. Biró B., Sipos M.A., Kovács A. et al., Cricket-Enriched Oat Biscuit: Technological Analysis and Sensory Evaluation, *Foods*, 2020, No. 9, pp. 1–17, DOI: 10.3390/foods9111561.
9. Lashkari H., Halabinejad M., Rafati A., Namdar A., Shelf life extension of veal meat by edible coating incorporated with *Zataria multiflora* essential oil, *Journal of Food Quality*, 2020, No. 1, pp. 1–8, DOI: 10.1155/2020/8871857.
10. Purschke B., Brüggem H., Scheibelberger R., Jäger H., Effect of pre-treatment and drying method on physico-chemical properties and dry fractionation behaviour of mealworm larvae (*Tenebrio molitor* L.), *European Food Research and Technology*, 2018, No. 244(2), pp. 269–280, DOI: 10.1007/s00217-017-2953-8.
11. Maskan M., Kinetics of colour change of kiwifruits during hot air and microwave drying, *Journal of Food Engineering*, 2001, No. 48(2), pp. 169–175, DOI: 10.1016/S0260-8774(00)00154-0.
12. Aleman R.S., Marcia J., Pournaki S.K. et al., Formulation of Protein-Rich Chocolate Chip Cookies Using Cricket (*Acheta domesticus*) Powder, *Food*, 2022, No. 11, pp. 1–18, DOI: 10.3390/foods11203275.
13. Awobusuyi T.D., Siwela M., Pillay K., Sorghum–insect composites for healthier cookies: nutritional, functional, and technological evaluation, *Foods*, 2020, No. 9(10), pp. 1–15, DOI: 10.3390/foods9101427.
14. Otieno K.O., Muliro P.S., Omwamba M.N., Nutrient composition of biscuits containing fermented cassava and cricket flour, *East African Agricultural and Forestry Journal*, 2021, No. 85, pp. 40–47.
15. Brogan E.N., Park Y.L., Matak K.E., Jaczynski J., Characterization of protein in cricket (*Acheta domesticus*), locust (*Locusta migratoria*), and silk worm pupae (*Bombyx mori*) insect powders, *LWT*, 2021, No. 152, pp. 1–7, DOI: 10.1016/j.lwt.2021.112314.
16. Tekhnicheskii reglament Tamozhennogo soyuza (TR TS 021/2011) «O bezopasnosti pishchevoi produktsii». (In Russ.).
17. Belleggia L., Foligni R., Ferrocino I. et al., Morphotextural, microbiological, and volatile characterization of flatbread containing cricket (*Acheta domesticus*) powder and buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) flour, *European Food Research and Technology*, 2023, No. 249(11), pp. 2777–2795, DOI: 10.1007/s00217-023-04327-5.
18. Bawa M., Songsermpong S., Kaewtapee C., Chanput W., Effects of microwave and hot air oven drying on the nutritional, microbiological load, and color parameters of the house crickets (*Acheta domesticus*), *Journal of Food Processing and Preservation*, 2020, No. 44(5), pp. 1–12, DOI: 10.1111/jfpp.14407.
19. Polubesova M.A., Novikova (Zakharova) M.V., Ryabukhin D.S., *Pishchevye sistemy*, 2022, No. 5(1), pp. 70–76, DOI: 10.21323/2618-9771-2022-5-1-70-76. (In Russ.).
20. Caparros Megido R., Sablon L., Geuens M., Brostaux Y., Alabi T., Edible insects acceptance by Belgian consumers: promising attitude for entomophagy development, *Journal of Sensory Studies*, 2014, No. 29(1), pp. 14–20, DOI: 10.1111/joss.12077.
21. Ardoin R., Prinyawiwatkul W., Consumer perceptions of insect consumption: A review of western research since 2015, *International Journal of Food Science & Technology*, 2021, No. 56(10), pp. 4942–4958, DOI: 10.1111/IJFS.15167.

22. Mishyna M., Chen J., Benjamin O., Sensory attributes of edible insects and insect-based foods–Future outlooks for enhancing consumer appeal, *Trends in Food Science & Technology*, 2020, No. 95, pp. 141–148, DOI: 10.1016/j.tifs.2019.11.016.
23. Xie X., Yuan Z., Fu K., An J., Deng L., Effect of Partial Substitution of Flour with Mealworm (*Tenebrio molitor* L.) Powder on Dough and Biscuit Properties, *Foods*, 2022, No. 11, pp. 1–13, DOI: 10.3390/foods11142156.
24. Castro Delgado M., Chambers IV E., Carbonell-Barrachina A. et al. Consumer acceptability in the USA, Mexico, and Spain of chocolate chip cookies made with partial insect powder replacement, *Journal of Food Science*, 2020, No. 85(6), pp. 1621–1628, DOI: 10.1111/1750-3841.15175.
25. Sogari G., Menozzi D., Mora C., Exploring young foodies' knowledge and attitude regarding entomophagy: A qualitative study in Italy, *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 2017, No. 7, pp. 16–19, DOI: 10.1016/j.ijgfs.2016.12.002.
26. Gao Y., Chonpracha P., Li B., Ardoin R., Prinyawiwatkul W., The Impact of Information Presentation on Consumer Perceptions of Cricket-Containing Chocolate Chip Cookies, *Foods*, 2024, No. 13, pp. 1–14, DOI: 10.3390/foods13030479.
27. Laureati M., Proserpio C., Jucker C., Savoldelli S., New sustainable protein sources: consumers' willingness to adopt insects as feed and food, *Italian Journal of Food Science*, 2016, No. 28(4), pp. 652–668, DOI: 10.14674/1120-1770/ijfs.v476.

Информация об авторах:

М.А. Полубесова, специалист по маркетингу Всероссийского НИИ пищевых добавок – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

Е.В. Мечтаева, младший научный сотрудник Всероссийского НИИ пищевых добавок – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

А.Д. Чернов, заместитель руководителя Северо-Западной испытательной лаборатории, ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»)

К.Г. Кузнецова, младший научный сотрудник Всероссийского НИИ пищевых добавок – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

А.З. Журавлева, кандидат ветеринарных наук, заместитель директора по качеству Всероссийского НИИ пищевых добавок – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

В.Ю. Ситнов, директор Всероссийского НИИ пищевых добавок – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

О.А. Кузнецова, доктор технических наук, директор ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

Contribution of the authors:

M.A. Polubesova, Marketing specialist (All-Russia Research Institute for Food Additives – branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS)

E.V. Mechtaeva, Junior Research Fellow (All-Russia Research Institute for Food Additives – branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS)

A.D. Chernov, Deputy Head (Federal Centre for Animal Health (FGBI «ARRIAH»))

K.G. Kuznetsova, Junior Research Fellow (All-Russia Research Institute for Food Additives – branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS)

A.Z. Zhuravleva, PhD in Veterinary Sciences, Deputy Director for Quality (All-Russia Research Institute for Food Additives – branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS)

V.Yu. Sitnov, director (All-Russia Research Institute for Food Additives – branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS)

O.A. Kuznetsova, Doctor of Technical Sciences, Director (V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS)

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.