

## Разработка рецептуры и технологии бисквита шоколадного со сниженной калорийностью

|                      |              |                                                                                      |                                                                                                         |
|----------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Анна Е. Ковалева     | <sup>1</sup> | <a href="mailto:a.e.kovaleva@ya.ru">a.e.kovaleva@ya.ru</a>                           |  0000-0001-7807-1755 |
| Эльвира А. Пьяникова | <sup>1</sup> | <a href="mailto:alia1969@ya.ru">alia1969@ya.ru</a>                                   |  0000-0003-4424-7323 |
| Оксана В. Евдокимова | <sup>2</sup> | <a href="mailto:evdokimova_oxana@bk.ru">evdokimova_oxana@bk.ru</a>                   |  0000-0002-0393-2327 |
| Анна Е. Павлова      | <sup>1</sup> | <a href="mailto:aepavlovaee@gmail.com">aepavlovaee@gmail.com</a>                     |                                                                                                         |
| Екатерина Е. Павлова | <sup>1</sup> | <a href="mailto:pavlova.ekaterina0902@gmail.com">pavlova.ekaterina0902@gmail.com</a> |                                                                                                         |

1 Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия

2 Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, ул. Генерала Родина, 69, г. Орел, 302019, Россия

**Аннотация.** Жир является одним из незаменимых компонентов вкуса пищи, но при этом чрезмерное потребление жиров может вызвать ожирение, метаболические синдромы и дисбаланс кишечной флоры. В стремлении к здоровому питанию пищевая промышленность сосредоточилась на производстве продуктов с низким содержанием жиров/калорий и высоким содержанием клетчатки. Целью исследования являлась разработка рецептуры и технологии производства бисквита шоколадного пониженной калорийности. Для этого часть муки пшеничной высшего сорта была заменена мукой кукурузной, сахара – на сахарозаменитель «Prebiosweet», яиц – на яблочные выжимки свежемороженые, часть какао-порошка – на кэроб. Произведенные замены в рецептуре бисквита оказали влияние на технологический процесс. В связи с заменой сливочного масла на растительное исключена операция взбивания. Была введена дополнительная операция по приготовлению мацерата яблочных выжимок на растительном масле для сохранения пищевой ценности и улучшения технологических свойств яблочного сырья. При этом при приготовлении мацерата температура нагревания не должна превышать 40°C с целью сохранения витаминов и других нутриентов, содержащихся в яблочных выжимках. Замена яиц яблочными выжимками, богатыми пектином, позволила исключить операцию взбивания. Также произведенные замены в рецептуре оказали влияние на продолжительность и температуру выпекания, которые, в сравнении с контрольным образцом, были снижены: время выпекания составило 20 мин. и температура выпекания 160-170 °C. Таким образом, предложенная рецептура позволяет создать более полезную альтернативу традиционному шоколадному бисквиту, сохраняя при этом его приятный вкус и текстуру. Использование яблочных выжимок и кукурузной муки не только снижает калорийность, но и повышает пищевую ценность продукта за счёт содержания пектина, клетчатки и других полезных соединений.

**Ключевые слова:** бисквит шоколадный, рецептура, технологические параметры, кукурузная мука, кэроб, яблочные выжимки.

## Development of a recipe and technology for a reduced-calorie chocolate sponge cake

|                      |              |                                                                                      |                                                                                                           |
|----------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Anna E. Kovaleva     | <sup>1</sup> | <a href="mailto:a.e.kovaleva@ya.ru">a.e.kovaleva@ya.ru</a>                           |  0000-0001-7807-1755 |
| Elvira A. Pyanikova  | <sup>1</sup> | <a href="mailto:alia1969@ya.ru">alia1969@ya.ru</a>                                   |  0000-0003-4424-7323 |
| Oksana V. Evdokimova | <sup>2</sup> | <a href="mailto:evdokimova_oxana@bk.ru">evdokimova_oxana@bk.ru</a>                   |  0000-0002-0393-2327 |
| Anna E. Pavlova      | <sup>1</sup> | <a href="mailto:aepavlovaee@gmail.com">aepavlovaee@gmail.com</a>                     |                                                                                                           |
| Ekaterina E. Pavlova | <sup>1</sup> | <a href="mailto:pavlova.ekaterina0902@gmail.com">pavlova.ekaterina0902@gmail.com</a> |                                                                                                           |

1 South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia

2 Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin, 69 Generala Rodina str., Orel, 302019, Russia

**Abstract.** Fat is one of the essential components of the taste of food, but excessive fat intake can cause obesity, metabolic syndromes and an imbalance of the intestinal flora. In pursuit of a healthy diet, the food industry has focused on the production of low-fat/calorie and high-fiber foods. The purpose of the study was to develop a recipe and technology for the production of low-calorie chocolate sponge cake. To do this, part of the premium wheat flour was replaced with corn flour, sugar – with Prebiosweet sweetener, eggs – with freshly frozen apple pomace, part of cocoa powder – with carob. The changes made in the biscuit recipe had an impact on the technological process. Due to the replacement of butter with vegetable oil, the whipping operation is excluded. An additional operation was introduced to prepare macerate of apple pomace in vegetable oil to preserve the nutritional value and improve the technological properties of apple raw materials. At the same time, when preparing macerate, the heating temperature should not exceed 40 °C in order to preserve vitamins and other nutrients contained in apple pomace. Replacing eggs with apple pomace rich in pectin made it possible to eliminate the whipping operation. Also, the changes made in the formulation had an impact on the duration and temperature of baking, which, in comparison with the control sample, were reduced: the baking time was 20 minutes. and the baking temperature is 160-170 °C. Thus, the proposed recipe allows you to create a more useful alternative to the traditional chocolate sponge cake, while maintaining its pleasant taste and texture. The use of apple pomace and corn flour not only reduces the calorie content, but also increases the nutritional value of the product due to the content of pectin, fiber and other useful compounds.

**Keywords:** chocolate sponge cake, recipe, technological parameters, corn flour, carob, apple pomace.

Для цитирования

Kovaleva A.E., Pyanikova E.A., Evdokimova O.V., Pavlova A.E., Pavlova E.E. Development of a recipe and technology for a reduced-calorie chocolate sponge cake. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2024. vol. 86. no. 4. pp. 155–162. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2024-4-155-162

For citation

Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А., Евдокимова О.В., Павлова А.Е., Павлова Е.Е. Разработка рецептуры и технологии бисквита шоколадного со сниженной калорийностью // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86. № 4. С. 155–162. doi:10.20914/2310-1202-2024-4-155-162

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Введение

Растущий в последнее время спрос на пищевые продукты, приготовленные с минимальным количеством ингредиентов, без использования искусственных добавок и заменой традиционного сырья на более полезное, бросают вызов традиционному подходу к разработке новых продуктов. Сокращение потребления сахара и жиров является основной целью производителей продуктов питания в мире в попытке снизить количество таких заболеваний, как ожирение и сахарный диабет II типа [1, 2].

Торты являются популярными мучными кондитерскими изделиями с постоянно растущим спросом на мировом рынке. Из-за высокого содержания жиров и углеводов мучные кондитерские изделия – хороший источник энергии. К таким продуктам относятся бисквиты, как одно из самых распространенных «лакомств» среди потребителей [3]. Кроме этого, бисквиты являются основой для тортов.

Бисквит среди мучных кондитерских изделий считается одним из наиболее калорийных продуктов. Снизить калорийность можно за счет введения в рецептуру или путем замены части традиционного сырья исключительно полезных продуктов [4].

Традиционным сырьем в рецептуре классического бисквита шоколадного являются мука пшеничная высшего сорта, яйца, сахар, сливочное масло и какао-порошок.

Яйцо, входящее в рецептуру бисквита, является важным многофункциональным элементом рецептуры, в котором белок отвечает за образование и стабилизацию пены. Фракция глобулина является пенообразователем, а овомуцин – стабилизатором пены [5, 6].

Яичные белки в тесте, способствующие стабилизации газовых пузырьков при выпекании бисквита на заключительных этапах, превращают жидкое тесто в плотную пену за счет коагуляция яичного белка и желатинизации крахмала. В составе яблочных выжимок присутствует пектин, который обладает той же способностью, что и яйца, – связывать в тесте разные ингредиенты между собой, плотность которых будет приближена к плотности классических бисквитов.

При разработке рецептуры бисквита с заменой сливочного масла на растительное целесообразно использовать сырьевые компоненты, обладающие высокими показателями жиростойкости и жиромодулирующей способностей, а также стабильности эмульсии. Этим требованиям отвечает кукурузная мука [7].

Из-за отсутствия глютена выпечка с кукурузной мукой пропекается быстрее, чем с пшеничной. Глютен присутствует в пшеничной

муке и отвечает за эластичность теста, связывание его компонентов и пышность выпечки. В кукурузной муке он отсутствует, поэтому белки этой муки слабо набухают и не образуют клейковину [8], но способны образовывать устойчивые гели [7].

Также кукурузная мука обладает более высокой впитываемостью, чем пшеничная, поэтому для получения правильной консистенции теста необходимо добавлять больше жидкости, чем при использовании пшеничной муки. Кукурузной муке свойственна высокая жиростойкость, т. е. ее частицы обладают большей твердостью. Высокая жиростойкость сырья оказывает влияние на текстуру изделий, предотвращает миграцию жира и уменьшает потери при термообработке [9,12-13].

Какао-порошок является одним из ингредиентов в рецептуре бисквита шоколадного, придающего ему определенные потребительские свойства [10,14-15]. В данной статье предлагается заменить часть какао-порошка кэробом, имеющим более высокую пищевую ценность [11,16] и меньшую калорийность.

Кэроб имеет сладкий и нежный вкус с нотами шоколада. Бисквит с кэробом является альтернативой традиционному шоколадному бисквиту, так как придает бисквиту приятную сладость и неповторимый аромат. Кэробом можно заменить до 30% какао-порошка без потери вкусовых качеств готового продукта [11,17-20].

**Цель работы** – разработка рецептуры и технологии производства бисквита шоколадного с пониженной калорийностью и приемлемой для употребления людьми, придерживающимися правильного питания.

## Материалы и методы

При разработке рецептуры бисквита шоколадного в качестве контрольного образца выбрана классическая рецептура и технология приготовления бисквита «Прага» из сборника рецептов на продукцию кондитерского питания «Сборник технических нормативов» под редакцией М.П. Могильного. Для производства бисквита шоколадного с пониженной калорийностью используется следующее сырье: смесь муки пшеничной высшего сорта с мукой кукурузной, сахарозаменитель «Prebiosweet», яблочные выжимки свежемороженые, смесь какао-порошка с кэробом, ванилин, разрыхлитель, растительное масло, вода питьевая с «Указаниями к рецептурам на кондитерские изделия по взаимозаменяемости сырья». При отработке рецептуры было разработано три модельных образца бисквита шоколадного со сниженной калорийностью. Количественное соотношение ингредиентов подбиралось экспериментально, с учетом качественных показателей: образец № 1 – классическая

рецептура бисквита «Прага»; образец № 2 – с заменой сахара на сахарозаменитель, яиц и масла сливочного на масло растительное; образец № 3 – с заменой сахара на сахарозаменитель, яиц и масла сливочного на масло растительное, части какао-порошка на кэроб; образец № 4 –

с заменой сахара на сахарозаменитель, яиц на яблочные выжимки и масло растительное, части какао-порошка на кэроб, части муки пшеничной высшего сорта на муку кукурузную. Рецептуры данных образцов представлены в таблице 1.

Рецептуры бисквитов шоколадных

Таблица 1.

Table 1.

Recipes of chocolate biscuits

| Ингредиент<br>Ingredient                                 | Количество сырья, вносимого в рецептуру |      |                            |      |                            |      |                            |      |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------|----------------------------|------|----------------------------|------|----------------------------|------|
|                                                          | Образец № 1<br>Sample No. 1             |      | Образец № 2<br>Sample No.2 |      | Образец № 3<br>Sample No.3 |      | Образец № 4<br>Sample No.4 |      |
|                                                          | г, g                                    | %    | г, g                       | %    | г, g                       | %    | г, g                       | %    |
| Мука пшеничная высшего сорта  Wheat flour highest grade  | 237,6                                   | 17,5 | 115                        | 39,2 | 115                        | 39,2 | 75                         | 25,6 |
| Масло сливочное   Butter                                 | 78,4                                    | 5,8  | -                          | -    | -                          | -    | -                          | -    |
| Сахар   Sugar                                            | 309,8                                   | 22,8 | -                          | -    | -                          | -    | -                          | -    |
| Какао-порошок   Cocoa powder                             | 48,0                                    | 3,5  | 17                         | 5,8  | 10                         | 3,4  | 10                         | 3,4  |
| Яйца   Eggs                                              | 686,6                                   | 50,4 | -                          | -    | -                          | -    | -                          | -    |
| Мука кукурузная   Corn flour                             | -                                       | -    | -                          | -    | -                          | -    | 40                         | 13,6 |
| Масло растительное   Vegetable oil                       | -                                       | -    | 35                         | 12,0 | 35                         | 12,0 | 10                         | 3,4  |
| Яблочные выжимки   Apple squeezes                        | -                                       | -    | -                          | -    | -                          | -    | 20                         | 6,8  |
| Сахарозаменитель «Prebiosweet»   Sweetener «Prebiosweet» | -                                       | -    | 5                          | 1,7  | 5                          | 1,7  | 5                          | 1,7  |
| Разрыхлитель   Baking powder                             | -                                       | -    | 4                          | 1,4  | 4                          | 1,4  | 4                          | 1,4  |
| Ванилин   Vanillin                                       | -                                       | -    | 2                          | 0,7  | 2                          | 0,7  | 2                          | 0,7  |
| Кэроб   Carob                                            | -                                       | -    | -                          | -    | 7                          | 2,4  | 7                          | 2,4  |
| Вода питьевая   Drinking water                           | -                                       | -    | 115                        | 39,2 | 115                        | 39,2 | 115                        | 41,0 |
| Итого   Total                                            | 1360,4                                  | 100  | 293                        | 100  | 293                        | 100  | 293                        | 100  |

Контрольный образец бисквит «Прага» согласно «Сборника технических нормативов» под редакцией М.П. Могильного вырабатывается из пшеничной муки высшего сорта. Готовое изделие имеет круглую форму, гладкую тонкую верхнюю корочку золотисто-коричневого цвета, мякиш пористый, эластичный, коричневого цвета.

Желтки яиц растирают с 50% сахара, предусмотренного рецептурой, до полного растворения кристаллов сахара. Отдельно взбивают белки яиц. В конце взбивания добавляют оставшийся сахар. Взбитые белки и желтки смешивают. В яично-сахарную массу добавляют взбитое сливочное масло, предварительно подогретое до 30 °С, перемешивают до получения однородной массы, затем постепенно всыпают муку, смешанную с какао-порошком, и замешивают тесто. Тесто разливают в круглые формы, дно которых предварительно застилают бумагой. Продолжительность выпечки – 40–45 мин при температуре 205–225 °С. Выпеченный бисквит охлаждают в течение 20–30 мин, вынимают из форм и дают выстояться 8–10 ч при температуре 15–20 °С. После этого бумагу снимают, бисквит зачищают. Пищевая ценность на 100 г. продукта: калорийность – 323,28 ккал; белки – 11,59 г; жиры – 13,69 г; углеводы – 40,98 г.

Характеристика сырья проводится на основании нормативной документации (ГОСТов, ТУ и др.), действующей на данные продукты.

### Результаты и обсуждение

С заменой ингредиентов в рецептуре происходит изменение технологических операций и параметров приготовления бисквита. На рисунке 1 представлена технологическая схема приготовления бисквита шоколадного с пониженной калорийностью.

Приготовление бисквита шоколадного с пониженной калорийностью начинается с подготовки сырья. Подготовка муки заключается в составлении смеси муки пшеничной высшего сорта и кукурузной муки в соотношении 1:2, смешивании, просеивании, магнитной очистке смеси и ее взвешивании.

Чтобы отделить случайные посторонние частицы, отличающиеся по размеру от частиц муки, муку просеивают на просеивающих машинах, где смесь проходит через сита просеивателя, размер ячеек 0,3 мм. Для удаления из муки металлических частиц, проходящих через отверстия сита просеивателя, на мучных линиях предусматриваются магнитные уловители. После прохождения через просеиватель и магнитоуловитель смесь сыпается во внутрицевую маркированную тару и поступает в зону хранения добавок – сырья. Перед пуском в производство муку взвешивают.

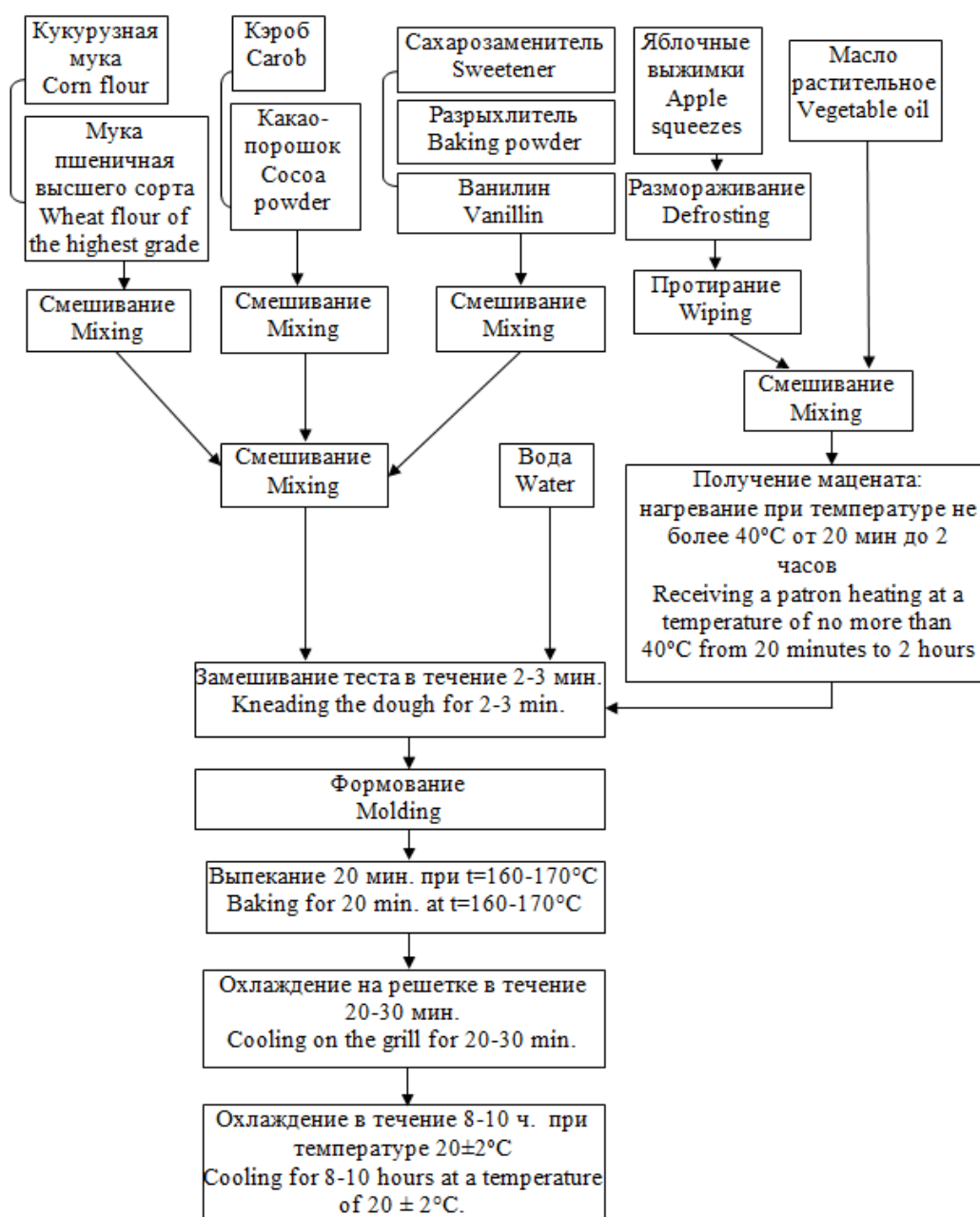


Рисунок 1. Технологическая схема приготовления бисквита шоколадного с пониженной калорийностью

Figure 1. Technological scheme for the preparation of a low-calorie chocolate sponge cake

Кэроб и какао–порошок смешиваются в соотношении 1:1,4 и просеиваются через сито для дальнейшего использования.

Яблочные выжимки поступают свежемороженные в брикетах. Яблочные выжимки подвергают разморозке при комнатной температуре, удаляют упаковку, протирают через сито на протирачной машине для удаления семян и перегородок.

Сухой сахарозаменитель предварительно просеивают через сито с ячейками диаметром 3 мм и пропускают через магниты. Так же готовят разрыхлитель и ванилин.

Приготовление теста для производства шоколадного бисквита.

Со склада хранения суточного запаса сырья в тестомесильное отделение поступает сырье. В процессе добавления сырья визуальнo оценивают качество сырья (цвет, консистенция, запах, отсутствие посторонних включений).

Смешивают сырье в два этапа. На первом этапе яблочные выжимки помещают в непрозрачную емкость заливают растительным маслом в пропорции 1:4,5, таким образом, чтобы яблочные выжимки были полностью покрыты

растительным маслом и его уровень превышал на 2–3 см. Емкость закрывают крышкой, помещают на водяную баню и нагревают. Температура получаемого мацерата из яблочных выжимок не должна превышать 40 °С для сохранения витаминов и других ценных веществ, содержащихся в яблочных выжимках. Нагревание производят в течение от 20 минут до 2 часов, уровень воды в водяной бане должен всегда быть от 3 до 5 см. Для лучшего извлечения активных веществ, получаемый мацерат необходимо периодически перемешивать.

Масла вытягивают (экстрагируют) полезные вещества из растительного сырья в данном случае из яблочных выжимок и концентрируют их в себе. Обычно это жирорастворимые активные компоненты, такие как каротиноиды, эфирные масла, фитостеролы. Для выделения активных веществ маслом, важными являются технологические режимы, то есть продолжительность и температура мацерации. Традиционно выделяют холодный способ мацерации и горячий.

При холодной мацерации растительное сырье настаивают маслом при комнатной температуре в течение длительного времени, такие режимы позволяют естественно и мягко извлечь целебный потенциал из растительного сырья.

Горячий способ более быстрый, позволяет получить масляный мацерат всего за несколько часов. При этом растительное сырье нагревается в масле в течение 2–3 часов. Сырье заливают растительным маслом, так чтобы оно на 2–3 см перекрывало, и было выше растительного сырья (яблочных выжимок), емкость должна быть не прозрачная, сверху накрывается крышкой и помещается в теплое место и выдерживается при температуре 32–40 °С. Периодически перемешивая, что позволяет лучше извлекать активные вещества. Для экстракции важна температура.

Преимущество горячего метода в скорости получения мацерата, по сравнению с холодным способом. К тому же нагрев позволяет испаряться воде, содержащейся в яблочных выжимках, а это исключает появление плесени. Недостатком является то, что нагрев масла с растительным сырьем может ухудшить их свойства, как известно, при нагревании многие витамины и ценные вещества погибают, поэтому нагрев осуществляется не более 40 °С.

На втором этапе осуществляют смешивание смеси из пшеничной муки высшего сорта и муки

кукурузной, смеси какао-порошка с кэробом, сахарозаменителя, ванилина, разрыхлителя до однородной консистенции. Готовая смесь должна быть равномерно перемешанной и без комочков.

Замешивают тесто, соединяя приготовленный мацерат, воду и сухую смесь перемешиванием в течение 2–3 минут на низких оборотах тестомесильной машины.

Готовое бисквитное тесто направляется на формование и выпечку, сначала перемещается в отделение выпечки, где осуществляется контроль влажности готового теста. Готовую массу отсаживают в кольца на листы, смазанные маслом, либо застланные бумагой и перемещают в печь. Выпекание осуществляют при температуре в камере 160–170 °С в течение 20 минут.

Бисквит шоколадный готов, когда середина у него не продавливается, при легком надавливании на него пальцем. Деревянная палочка при введении ее в центр должна быть влажной. Бисквит шоколадный должен быть сочным, слегка влажноватым изнутри.

После остывания формы, выпеченные бисквиты вынимают из форм и укладывают для выстаивания на решетку в течение 20–30 минут, а затем перемещают в зону охлаждения. Полуфабрикат охлаждается в течение 8–10 часов при температуре  $20 \pm 2$  °С.

### Заключение

В ходе разработки рецептуры и технологического процесса производства бисквита шоколадного с пониженной калорийностью были установлены следующие технологические параметры:

- исключена операция взбивания сливочного масла в связи с его заменой на растительное;

- с целью сохранения пищевой ценности и улучшения технологических свойств яблочного сырья была введена дополнительная операция по приготовлению мацерата яблочных выжимок на растительном масле, температура нагревания при его приготовлении не должна превышать 40 °С;

- в связи с заменой в рецептуре яиц на яблочные выжимки, которые обеспечивают связывание ингредиентов из-за наличия пектина, была исключена операция взбивания;

- продолжительность выпекания была сокращена в среднем на 20 мин. и снижена максимальная температура выпекания до 160–170 °С.

### Литература

- 1 Garvey E.C., O'Sullivan M.G., Kerry J.P., Kilcawley K.N. Aroma generation in sponge cakes: The influence of sucrose particle size and sucrose source // *Food Chemistry*. 2023. V. 417. P. 135860. doi: 10.1016/j.foodchem.2023.135860
- 2 Garvey E.C., O'Sullivan M.G., Kerry J.P., Kilcawley K.N. Factors influencing the sensory perception of reformulated baked confectionary products // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2020. V. 60 (7). P. 1160–1188.
- 3 Пьяникова, Э.А. Разработка шкалы интенсивности дескрипторов для органолептической оценки "Брауни". Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 8. С. 92–96. doi:10.53859/02352451\_2022\_36\_8\_92
- 4 Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А., Тараторина О.С., Ткачева Е.Д. Технологические параметры производства и рецептура низкокалорийного полуфабриката "Брауни". // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2022. Т. 84, № 1(91). С. 105–111. doi:10.20914/2310-1202-2022-1-105-111
- 5 Hedayati S., Jafari S.M., Babajafari S., Niakousari M. et al. Different food hydrocolloids and biopolymers as egg replacers: A review of their influences on the batter and cake quality. *Food Hydrocolloids*. 2022. V. 128. P. 107611. doi: 10.1016/j.foodhyd.2022.107611
- 6 Cerón-Carrillo T. G., Morales-Paredes Y. R., Angélica S. Quality evaluation through sensory and image analysis of sponge cake crumb with three thermal egg pre-treatments // *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2021. V. 25. P. 100390. doi: 10.1016/j.ijgfs.2021.100390
- 7 Рензязева Т.В., Тубольцева А.С., Рензязев А.О. Мука различных видов в технологии мучных кондитерских изделий // *Техника и технология пищевых производств*. 2022. Т. 52. № 2. С. 407–416. doi:10.21603/2074-9414-2022-2-2373
- 8 Sukainah A., Lawa S., Putra R.P., Fadilah R. Proximate Analysis and Digestibility of Modified Corn Flour // *Current Nutrition & Food Science*. 2024. V. 20 (7). P. 857–864. doi:10.2174/1573401319666230822161209
- 9 Demchenko E.A., Savenkova T.V., Mizinchikova I.I. Effects of oils and fats on the quality characteristics, nutritional value, and storage capacity of cookies. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2021. V. 51(4). P. 674-689. doi: 10.21603/2074-9414-2021-4-674-689
- 10 Puchol-Miquel M., Palomares C., Fernández-Segovia I., Barat J.M. et al. Effect of the type and degree of alkalization of cocoa powder on the physico-chemical and sensory properties of sponge cakes // *LWT*. 2021. V. 152. P. 112241. doi: 10.1016/j.lwt.2021.112241
- 11 Зюзина С.С., Щелкова М.Д., Ушакова Ю.В., Рысмухамбетова Г.Е. Изучение аминокислотного состава безглютенового бисквита с кэробом. Новые технологии / *New technologies*. 2024. V. 20 (1). doi:10.47370/2072-0920-2024-20-1-63-71
- 12 Lisovska T., Stadnyk I., Piddubnyi V., Chorna N. Effect of extruded corn flour on the stabilization of biscuit dough for the production of gluten-free biscuit // *Ukrainian Food Journal*. 2020. V. 9. №. 1. P. 159-261.
- 13 Yusraini E., Lubis N. D. A. Partial properties of young corn flour based on particle size and its effect on texture and sensory acceptability of biscuit // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. // IOP Publishing. 2020. V. 454. №. 1. P. 012117.
- 14 Olayemi A. The Effect of Cocoa Powder and Banana Flour on the Chemical and Sensory Properties of Whole Wheat Based Biscuits // *Asric journal on agricultural sciences*. P. 1.
- 15 Souza F. N. S. Vieira S. R., Campidelli M. L. L., Rocha R. A. R et al. Impact of using cocoa bean shell powder as a substitute for wheat flour on some of chocolate cake properties // *Food Chemistry*. 2022. V. 381. P. 132215.
- 16 Papaefstathiou E., Agapiou A., Giannopoulos S., Kokkinofa R. Nutritional characterization of carobs and traditional carob products // *Food science & nutrition*. 2018. V. 6. №. 8. P. 2151-2161.
- 17 Pawłowska K., Kuligowski, M., Jasińska-Kuligowska, I., Kidoń, M. et al. Effect of replacing cocoa powder by carob powder in the muffins on sensory and physicochemical properties // *Plant Foods for Human Nutrition*. 2018. V. 73. P. 196-202.
- 18 Loullis A., Pinakoulaki E. Carob as cocoa substitute: a review on composition, health benefits and food applications // *European Food Research and Technology*. 2018. V. 244. P. 959-977.
- 19 Papageorgiou M., Paraskevopoulou A., Pantazi F., Skendi A. Cake perception, texture and aroma profile as affected by wheat flour and cocoa replacement with carob flour // *Foods*. 2020. V. 9. №. 11. P. 1586
- 20 Higazy M., Eldifrawy E., Zeitoun M., Shaltout O. et al. Nutrients of carob and seed powders and its application in some food products // *Journal of the Advances in Agricultural Researches*. 2018. V. 23. №. 1. P. 130-147.

### References

- 1 Garvey E.C., O'Sullivan M.G., Kerry J.P., Kilcawley K.N. Aroma generation in sponge cakes: The influence of sucrose particle size and sucrose source // *Food Chemistry*. 2023. Vol. 417. 135860. doi: 10.1016/j.foodchem.2023.135860
- 2 Garvey E.C., O'Sullivan M.G., Kerry J.P., Kilcawley K.N. Factors influencing the sensory perception of reformulated baked confectionary products // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2020. Vol. 60 (7). pp. 1160–1188.
- 3 Pyanikova, E.A., Kovaleva E.A., Pykhtin A.I. Development of the intensity scale of descriptors for the organoleptic assessment of "Brownie" // *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2022. Vol. 36. no. 8. pp. 92–96. doi:10.53859/02352451\_2022\_36\_8\_92 (in Russian).
- 4 Kovaleva A.E., Pyanikova E.A., Taratorina O.S., Tkacheva E.D. Technological parameters of production and formulation of low-calorie semi-finished product "Brownie" // *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2022. Vol. 84. no. 1(91). pp. 105–111. doi:10.20914/2310-1202-2022-1-105-111 (in Russian).



- 5 Hedayati S., Jafari S.M., Babajafari S., Niakousari M. et al. Different food hydrocolloids and biopolymers as egg replacers: A review of their influences on the batter and cake quality. // Food Hydrocolloids. 2022. Vol. 128. P. 107611. doi: 10.1016/j.foodhyd.2022.107611
- 6 Cerón-Carrillo T. G., Morales-Paredes Y. R., Angélica S. Quality evaluation through sensory and image analysis of sponge cake crumb with three thermal egg pre-treatments // International Journal of Gastronomy and Food Science. 2021. Vol. 25. P. 100390. doi: 10.1016/j.ijgfs.2021.100390
- 7 Renziaeva T.V., Tuboltseva A.S., Renziaev A.O. Flour of various types in the technology of flour confectionery products // Technique and technology of food production. 2022. Vol. 52. no. 2. pp. 407–416. doi:10.21603/2074-9414-2022-2-2373 (in Russian).
- 8 Sukainah A., Lawa S., Putra R.P., Fadilah R. Proximate Analysis and Digestibility of Modified Corn Flour // Current Nutrition & Food Science. 2024. Vol. 20 (7). pp. 857–864. doi:10.2174/1573401319666230822161209
- 9 Demchenko E.A., Savenkova T.V., Mizinchikova I.I. Effects of oils and fats on the quality characteristics, nutritional value, and storage capacity of cookies. Food Processing: Techniques and Technology. 2021. Vol. 51(4). pp. 674-689. doi: 10.21603/2074-9414-2021-4-674-689
- 10 Puchol-Miquel M., Palomares C., Fernández-Segovia I., Barat J.M. et al. Effect of the type and degree of alkalization of cocoa powder on the physico-chemical and sensory properties of sponge cakes // LWT. 2021. Vol. 152. pp. 112241. doi: 10.1016/j.lwt.2021.112241
- 11 Zyuzina S.S., Shchelkova M.D., Ushakova Yu. V., Rysmukhambetova G.E. The study of the amino acid composition of gluten-free sponge cake with carob. New technologies / New technologies. 2024. Vol. 20 (1). doi:10.47370/2072-0920-2024-20-1-63-71 (in Russian).
- 12 Lisovska T., Stadnyk I., Piddubnyi V., Chorna N. Effect of extruded corn flour on the stabilization of biscuit dough for the production of gluten-free biscuit // Ukrainian Food Journal. 2020. Vol. 9. no. 1. pp. 159-261.
- 13 Yusraini E., Lubis N. D. A. Partial properties of young corn flour based on particle size and its effect on texture and sensory acceptability of biscuit // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. 2020. Vol. 454. no. 1. pp. 012117.
- 14 Olayemi A. The Effect of Cocoa Powder and Banana Flour on the Chemical and Sensory Properties of Whole Wheat Based Biscuits // Asric journal on agricultural sciences. pp. 1.
- 15 Souza F. N. S. Vieira, S. R., Campidelli, M. L. L., Rocha, R. A. R. et al. Impact of using cocoa bean shell powder as a substitute for wheat flour on some of chocolate cake properties // Food Chemistry. 2022. Vol. 381. pp. 132215.
- 16 Papaefstathiou E. Agapiou, A., Giannopoulos, S., Kokkinofa, R et al. Nutritional characterization of carobs and traditional carob products // Food science & nutrition. 2018. Vol. 6. no. 8. pp. 2151-2161.
- 17 Pawłowska K. Kuligowski, M., Jasińska-Kuligowska, I., Kidoń, M. et al. Effect of replacing cocoa powder by carob powder in the muffins on sensory and physicochemical properties // Plant Foods for Human Nutrition. 2018. Vol. 73. pp. 196-202.
- 18 Loullis A., Pinakoulaki E. Carob as cocoa substitute: a review on composition, health benefits and food applications // European Food Research and Technology. 2018. Vol. 244. pp. 959-977.
- 19 Papageorgiou M. Paraskevopoulou, A., Pantazi, F., & Skendi, A et al. Cake perception, texture and aroma profile as affected by wheat flour and cocoa replacement with carob flour // Foods. 2020. Vol. 9. no. 11. pp. 1586.
- 20 Higazy M. ELDifrawy, E., Zeitoun, M., Shaltout, O. et al. Nutrients of carob and seed powders and its application in some food products // Journal of the Advances in Agricultural Researches. 2018. Vol. 23. no. 1. pp. 130-147.

#### Сведения об авторах

**Анна Е. Ковалева** к.х.н., доцент, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, a.e.kovaleva@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7807-1755>

**Эльвира А. Пьяникова** к.т.н., доцент, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, alia1969@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-4424-7323>

**Оксана В. Евдокимова** д.т.н., профессор, кафедра анатомии, физиологии и хирургии, Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, ул. Генерала Родина, 69, г. Орел, 302019, Россия, evdokimova\_oxana@bk.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0393-2327>

**Анна Е. Павлова** студент, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, Россия, aepavlovaee@gmail.com

#### Information about authors

**Anna E. Kovaleva** Cand. Sci. (Chem.), associate professor, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040 Russia, a.e.kovaleva@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7807-1755>

**Elvira A. Pyanikova** Cand. Sci. (Engin.), assistant professor, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040 Russia, alia1969@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-4424-7323>

**Oksana V. Evdokimova** Doctor of Technical Sciences, Department of Anatomy, Physiology and Surgery, Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Generala Rodina str., 69, Orel, 302019, Russia, evdokimova\_oxana@bk.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0393-2327>

**Anna E. Pavlova** student, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040 Russia, aepavlovaee@gmail.com

**Екатерина Е. Павлова** студент, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, Россия, pavlova.ekaterina0902@gmail.com

**Ekaterina E. Pavlova** student, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040 Russia, pavlova.ekaterina0902@gmail.com

#### **Вклад авторов**

**Анна Е. Ковалева** написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат  
**Эльвира А. Пьяникова** консультация в ходе исследования  
**Оксана В. Евдокимова** предложила методику проведения эксперимента и организовала производственные испытания  
**Анна Е. Павлова** обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты  
**Екатерина Е. Павлова** обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

#### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### **Contribution**

**Anna E. Kovaleva** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism  
**Elvira A. Pyanikova** consultation during the study  
**Oksana V. Evdokimova** review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations  
**Anna E. Pavlova** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism  
**Ekaterina E. Pavlova** review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

#### **Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

|                             |                                       |                                    |
|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Поступила 23/10/2024</b> | <b>После редакции 22/11/2024</b>      | <b>Принята в печать 28/11/2024</b> |
| <b>Received 23/10/2024</b>  | <b>Accepted in revised 22/11/2024</b> | <b>Accepted 28/11/2024</b>         |