

<https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-2-2373>
<https://elibrary.ru/VTKDEZ>

Оригинальная статья
<https://fptt.ru>

Мука различных видов в технологии мучных кондитерских изделий



Т. В. Рензьева¹, А. С. Тубольцева^{2,*}, А. О. Рензьев³

¹ Кемеровский государственный университет , Кемерово, Россия

² Кемеровский государственный медицинский университет, Кемерово, Россия

³ Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, Кемерово, Россия

Поступила в редакцию: 28.03.2022

Принята после рецензирования: 23.04.2022

Принята в печать: 15.06.2022

*А. С. Тубольцева: tub_anna7@mail.ru,

<https://orcid.org/0000-0001-8169-7214>

Т. В. Рензьева: <https://orcid.org/0000-0001-5451-1154>

А. О. Рензьев: <https://orcid.org/0000-0001-7032-7840>

© Т. В. Рензьева, А. С. Тубольцева, А. О. Рензьев, 2022



Аннотация.

Использование муки различных видов из злаковых, крупяных и масличных культур способствует повышению пищевой ценности мучных кондитерских изделий. От традиционной пшеничной сортовой муки другие виды отличаются не только разнообразным составом пищевых ингредиентов, но и технологическими свойствами. Цель работы – исследование функционально-технологических свойств различных видов муки для разработки рецептуры сухой многокомпонентной смеси и способа приготовления печенья.

В качестве объектов исследования использовались следующие виды муки: хлебопекарная пшеничная высшего сорта, пшеничная цельнозерновая, кукурузная, льняная полуобезжиренная и рисовая. Для муки разных видов и сухой многокомпонентной смеси на основе кукурузной муки определялись функционально-технологические свойства: водоудерживающая, жирудерживающая и жиросульгирующая способности, а также стабильность эмульсии.

Установлено, что мука, в зависимости от белкового и углеводного состава, проявляет неодинаковую способность связывать и удерживать воду и масло, а также эмульгировать и стабилизировать системы. Водоудерживающая способность льняной муки в 6–8 раз больше, чем у других видов. Кукурузная мука имеет жирудерживающую способность на 30 % большую, чем остальные виды муки. Кукурузная и льняная мука обладают лучшей способностью эмульгировать и стабилизировать системы.

Полученные результаты позволили разработать рецептуру сухой многокомпонентной смеси на основе кукурузной муки и порошкообразного сырья и предложить технологические приемы приготовления из нее сдобного печенья хорошего качества с использованием жидкого растительного масла. Использование кукурузной муки и растительного масла позволит повысить пищевую ценность и расширить ассортимент безглютенового печенья.

Ключевые слова. Печенье, кукурузная мука, сухая многокомпонентная смесь, функционально-технологические свойства, рецептура, пищевая ценность

Для цитирования: Рензьева Т. В., Тубольцева А. С., Рензьев А. О. Мука различных видов в технологии мучных кондитерских изделий // Техника и технология пищевых производств. 2022. Т. 52. № 2. С. 407–416. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-2-2373>

Various Flours in Pastry Production Technology

Tamara V. Renzyaeva¹, Anna S. Tuboltseva^{2,*}, Anton O. Renzyaev³

¹ Kemerovo State University^{ROR}, Kemerovo, Russia

² Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia

³ Kuzbass State Agrarian Academy, Kemerovo, Russia

Received: 28.03.2022

Revised: 23.04.2022

Accepted: 15.06.2022

*Anna S. Tuboltseva: tub_anna7@mail.ru,

<https://orcid.org/0000-0001-8169-7214>

Tamara V. Renzyaeva: <https://orcid.org/0000-0001-5451-1154>

Anton O. Renzyaev: <https://orcid.org/0000-0001-7032-7840>

© T.V. Renzyaeva, A.S. Tuboltseva, A.O. Renzyaev, 2022



Abstract.

Cereals and oilseed flours increase the nutritional value of pastry products. Their composition is different from traditional wheat flour, which means their technological properties are also different. The research objective was to study the functional and technological properties of various types of flour to develop a multicomponent powder mix formulation for functional cookies. The research included baking wheat flour of the highest grade, whole-wheat flour, corn flour, semi-skimmed flax flour, and rice flour. The flours and their multicomponent mix were tested for functional and technological properties, i.e., water-holding capacity, fat-retaining capacity, fat-emulsifying capacity, emulsion stability, etc.

These properties appeared to depend on the protein and carbohydrate composition of the flour. The water-holding capacity of the flax flour sample was 6–8 times greater than that of other types, while the fat-retaining capacity of the corn flour sample was 30% higher. Corn and flax flours demonstrated the best fat-emulsifying capacity and emulsion stability. The research resulted in a new multicomponent corn-flour-based powder mix for high-quality butter cookies.

The formulation included corn flour and vegetable oil, which increased the nutritional value of the final product and expanded the range of gluten-free cookies.

Keywords. Biscuits, corn flour, dry multicomponent mixture, functional and technological properties, formulation, nutritional value

For citation: Renzyaeva TV, Tuboltseva AS, Renzyaev AO. Various Flours in Pastry Production Technology. Food Processing: Techniques and Technology. 2022;52(2):407–416. (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-2-2373>

Введение

Мучные изделия в России являются одними из наиболее востребованных продуктов, потребляемых повсеместно. Мука, являясь основным сырьем в рецептурах мучных изделий, определяет их пищевую ценность и потребительские свойства. Актуальным направлением научных исследований в области производства мучных изделий является расширение ассортимента продукции для здорового питания, в том числе за счет использования различных видов муки [1, 2]. Это связано с тем, что традиционный набор сырья для мучных изделий не соответствует требованиям сбалансированного питания и не позволяет обеспечить организм человека пищевыми ингредиентами, необходимыми для профилактики алиментарно-зависимых заболеваний. Кроме того, существует ряд заболеваний, при которых необходимо специализированное питание. Например, целиакия,

которая является хроническим заболеванием, при котором пища, содержащая белковый компонент пшеницы, ржи и ячменя (глютен), повреждает слизистую оболочку тонкого кишечника и нарушает всасывание питательных веществ. При этом заболевании необходимо ограничить либо полностью исключить потребление глютенсодержащих продуктов. Однако на российском рынке большинство безглютеновых продуктов импортные. Это ограничивает доступ к ним широкого слоя населения, особенно малообеспеченных, которые нуждаются в улучшении структуры питания. В связи с этим возникает потребность в использовании для производства мучных изделий различных видов муки и изучении их свойств для прогнозирования поведения в технологических процессах (Приказ Министерства здравоохранения РФ от 15.01.2020 № 8) [3].

При приготовлении мучных кондитерских изделий, в том числе печенья, широкое распространение получили сухие многокомпонентные смеси сырьевых компонентов. Их применение позволяет упростить технологический процесс, сократить его продолжительность и обеспечить стабильное качество продукции. В составе сухих многокомпонентных смесей присутствует большое число рецептурных компонентов в виде порошков с небольшой влажностью. Поэтому они не требуют специальных условий хранения и имеют длительные сроки годности в сравнении с традиционными рецептурными компонентами с высокой влажностью, такими как куриное яйцо, меланж, молоко коровье и др. [4].

Основным и традиционным компонентом рецептур мучных кондитерских изделий является пшеничная мука, которая играет главную роль в процессах формирования реологических свойств теста и текстуры готовых изделий. В результате различных технологических воздействий на крахмал и белки пшеничной муки получают большое разнообразие видов теста и мучных изделий. Белки хлебопекарной пшеничной муки образуют клейковину при набухании в процессе замеса теста. Однако сортовая пшеничная мука является рафинированным и плохо сбалансированным по пищевым веществам продуктом. Она характеризуется высоким содержанием крахмала (до 70 %), небольшим содержанием белка (10–13 %) и малым количеством витаминов, микро- и макроэлементов, пищевых волокон.

В состав мучных кондитерских изделий входит от 5 до 40 % жира, который содержит большое количество таких критически значимых для здоровья веществ, как насыщенные жирные кислоты и трансизомеры жирных кислот. В этой связи мучные кондитерские изделия не рекомендуются диетологами при составлении рационов для здорового питания [5, 6].

В последние годы промышленностью вырабатывается широкий ассортимент муки различных видов, в том числе цельнозерновая пшеничная, кукурузная, гречневая, нутовая, амарантовая, льняная и др. Они имеют более разнообразный набор пищевых ингредиентов и при внесении в рецептуры мучных кондитерских изделий способствуют повышению пищевой ценности. Однако использование муки, белки которой не способны образовывать клейковину, не обеспечивает формирование необходимых свойств теста и требует применение специальных технологических приемов и добавок. Поэтому в рецептурах мучных изделий используется частичная замена пшеничной муки другими видами.

В связи с возросшей популярностью продуктов для здорового питания и специализированных продуктов увеличилось число научных работ, посвященных разработке рецептур и технологий мучных изделий с направленным изменением состава с целью его корректировки в сторону повышения пищевой

ценности. Основным направлением модификации рецептур печенья является использование различных видов муки и рецептурных компонентов, позволяющих обогатить его физиологически функциональными ингредиентами. При разработке рецептур и технологий печенья с использованием разных видов муки, наряду с повышением пищевой ценности, необходимо учитывать свойства основных сырьевых компонентов и использовать технологические приемы, позволяющие формировать тесто с нужными реологическими свойствами, которое обеспечивает нужную текстуру и качество готовых изделий [7–13].

Предложены способы производства печенья на основе многокомпонентных безглютеновых смесей с использованием рисовой, кукурузной и амарантовой муки, яблочного, тыквенного, свекольного, морковного и клюквенного порошков, поливитаминовой добавки «Веторон-Е», агара, альгината натрия, натрий-карбоксиметилцеллюлозы, сухой молочной сыворотки и др. Недостатками этих способов приготовления печенья являются использование твердых жиров с высоким содержанием насыщенных жирных кислот и холестерина, а также куриных яиц, для которых требуются специальные условия хранения и подготовки перед пуском в производство [14–16].

Разработан способ производства сдобного печенья с поэтапным замесом теста. На начальном этапе готовят функциональную добавку, представляющую смесь пищевых волокон и кедрового жмыха в расплавленном маргарине с сахаром, патокой и ароматизатором. На следующем этапе осуществляют «заваривание» овсяной муки горячей водой с температурой 60–65 °С, после чего замешивают тесто. Недостатком этого способа является использование в рецептуре маргарина, имеющего ограничения применения в составе продуктов для здорового питания, вызванные присутствием трансизомеров жирных кислот. Способ требует дозирования и внесения большого числа рецептурных компонентов поэтапно, что усложняет технологический процесс [17].

Известен способ производства овсяного печенья, который включает приготовление белок-полисахаридной смеси из агара, альгината натрия, натрий-карбоксиметилцеллюлозы и сухой молочной сыворотки. Затем смесь «заваривают» горячей водой температурой 60–90 °С с последующим перемешиванием и набуханием в течение 40–60 мин. Набухшая смесь подвергается интенсивному перемешиванию при введении жидкого растительного масла для получения эмульсии, в которую вносят вкусо-ароматические добавки: изюм, повидло, патока, корица, сахарозаменители изомальтит, сорбит и ксилит. В полученную смесь вносят овсяную и рисовую муку, смесь из кукурузного и картофельного крахмала, соль, разрыхлитель и замешивают тесто, которое формируют, выпекают,

охлаждают и упаковывают. Недостатком данного способа является его сложность и длительность [18].

Предложен способ приготовления заварного полуфабриката из безглютенового сырья, приготовление которого предусматривает «заваривание» кипящей водой смеси рисовой и кукурузной муки, кукурузного крахмала, внесение сливочного масла и соли при перемешивании, последующее охлаждение заваренной смеси и внесение меланжа, перемешивание, формование, выпечку, охлаждение и упаковывание [19].

Рассмотренные способы приготовления печенья предлагают не только использование разнообразных видов муки и другого сырья, но и технологических приемов, позволяющих получать тесто с реологическими свойствами, обеспечивающими получение готовых изделий хорошего качества. Состав сырья и технология, используемые для приготовления теста, определяют не только пищевую ценность, но и текстуру и органолептические характеристики готовых изделий. В процессах формирования такой сложной пищевой системы, как тесто, различные виды сырья выполняют разнообразные технологические функции. В связи с этим возникает потребность установления функционально-технологических свойств сырьевых компонентов, позволяющих прогнозировать их поведение в технологических процессах и влияние на формирование потребительских характеристик готовых изделий.

Целью работы является разработка рецептуры сухой многокомпонентной смеси для печенья на основе изучения состава и функционально-технологических свойств муки различных видов.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являлись следующие сырьевые компоненты: хлебопекарная пшеничная мука высшего сорта ГОСТ 26574-2017, кукурузная мука ТУ 9293-002-43175543-03, цельнозерновая (пшеничная хлебопекарная обойная) мука ГОСТ 26574-2017, льняная полуобезжиренная мука СТО 10.41.42-004-05930330-2018, рисовая мука ТУ 9293-002-43175543-03.

У разных видов муки и сухой многокомпонентной смеси изучались показатели, характеризующие функционально-технологические свойства, проявляемые в технологиях мучных изделий, %: водоудерживающая способность определялась количеством связанной и удержанной воды мукой после ее настаивания и центрифугирования водной суспензий; жирудерживающая способность – количеством жидкого растительного масла, адсорбированного и удержанного мукой после настаивания ее смеси с маслом и последующего центрифугирования; жируммульгирующая способность – суспензированием муки с водой и последующим эмульгированием с жидким рас-

тительным маслом, оценивалась как отношение объема эмульсии после центрифугирования к объему общей системы; стабильность эмульсии – отношением объема эмульсии после нагревания до температуры 80 °С в течение 30 мин к ее начальному объему [20, 21].

Результаты и их обсуждение

Основными ингредиентами сырья, формирующими структуру мучных изделий, являются такие группы пищевых веществ, как белки, крахмал, некрахмальные полисахариды и другие гидроколлоиды. Они образуют тесто с необходимыми структурно-механическими свойствами, характеризующимися вязкостью, прочностью, пластичностью и упругостью [5, 21]. В качестве традиционного структурообразующего сырья в рецептурах мучных изделий используется хлебопекарная пшеничная мука, которая содержит уникальные клейковинные белки. К преимуществам нетрадиционных видов муки относится более ценный и разнообразный набор составных ингредиентов, в том числе белки с высоким уровнем незаменимых аминокислот, жиры с высоким содержанием эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот, биологически активные вещества, макро- и микроэлементы, пищевые волокна и др. В рецептурах мучных кондитерских изделий пшеничную муку частично заменяют такими видами, как кукурузная, льняная, рисовая, амарантовая и др. Это позволяет повысить пищевую ценность изделий. Однако каждый вид муки содержит свой уникальный набор белков и углеводов, влияющих на формирование свойств теста и качество готовых изделий.

Состав белков и углеводов различных видов муки отличается, что обуславливает разные технологические свойства. В технологическом плане решение задачи получения устойчивой структуры пищевой системы мучных изделий сводится к поиску оптимального соотношения структурообразующих компонентов и условий ее формирования. Фракционный состав белков и углеводов исследуемых видов муки по данным разных источников представлен в таблице 1 [10, 20–22].

При разработке рецептуры мучных изделий должна учитываться возможность получения сбалансированной системы не только по пищевой ценности, но и структурно-механическим свойствам. Функционально-технологические свойства используемой муки оказывают влияние на формирование реологических свойств теста и текстуру готовых изделий. Для создания нужной структуры теста важно иметь возможность прогнозировать поведение рецептурных компонентов при их взаимодействии с водой и жировыми продуктами на стадии замеса, а также в процессе выпечки изделий. Технологические свойства нетрадиционных видов

Таблица 1. Фракционный состав белков и углеводов муки различных видов (в расчете 100 г продукта)

Table 1. Fractional composition of proteins and carbohydrates of various flours, per 100 g

Наименование пищевых веществ	Вид муки				
	Пшеничная высшего и первого сортов	Пшеничная обойная (цельнозерновая)	Кукурузная	Льняная полужирная	Рисовая
Массовая доля белков, г в т. ч. фракции, % от массы белков	10,3–10,8	11,1	7,2–12,0	32,7–36,0	7,4
Альбумины	19,5–22,5		Следы	19,4–45,3	5,8
Глобулины	3,5–7,0		5,0–6,0	15,2–28,9	9,2
Глютелины	28,2–35,6		35,0–40,0	11,6–28,9	70,0
Проламины	35,6		50,0–55,0	6,3–16,7	14,0
Массовая доля углеводов, г в т. ч.	69,9–70,6	67,8–69,0	72,1	9,0–10,0	80,2
Моно- и дисахариды	1,0	1,2	1,3	2,1–13,2	0,7
Крахмал	67,9	66,1	70,6	9,1–10,7	79,1
Пищевые волокна	3,4–3,5	4,4–4,9	4,4	29,03–32,2	2,3

муки обусловлены составом и свойствами составных ингредиентов. Это необходимо учитывать при включении их в рецептуры мучных изделий.

Функционально-технологические свойства характеризуют способность сырьевых компонентов связывать и удерживать воду и масло, а также эмульгировать и стабилизировать пищевые системы на разных стадиях технологического процесса. Результаты определения водоудерживающей, жирудерживающей и жиросульфидирующей способностей и стабильности эмульсии представлены на рисунке 1.

Как следует из диаграммы на рисунке 1а, рисовая, кукурузная и пшеничная цельнозерновая мука имеют незначительно отличающуюся от пшеничной муки высшего сорта водоудерживающую способность. Ее значения у этих видов муки коррелирует с близкими значениями содержания белка и пищевых волокон (табл. 1). Водоудерживающая способность обусловлена взаимодействием молекул воды с гидрофильными группами белков и углеводов в составе муки. Наибольшие значения водоудерживающей способности, превышающие аналогичный показатель других видов в 6–8 раз, наблюдаются у льняной муки, которая содержит значительные количества гидроколлоидов. Высокая водоудерживающая способность муки влияет на формирование структуры теста, способствует увеличению выхода и продлению сроков хранения изделий [20, 21].

Жирудерживающая способность обеспечивается как связыванием жира гидрофобными группами в составе муки, так и адсорбцией поверхности твердых частиц. Высокая жирудерживающая способность сырья влияет на текстуру изделий, предотвращает миграцию жира и уменьшает потери при термообработке. Ее значения (рис. 1б) у исследуемых видов муки зависят не только от содержания в них

белка и пищевых волокон, но и от адсорбции жира твердыми частицами, которые имеют различный размер и твердость. Большая жирудерживающая способность (на 30 %) наблюдалась у кукурузной муки, частицы которой обладают большей твердостью [23, 24].

Эмульгирующие свойства и агрегативную устойчивость пищевых систем обеспечивает одновременное присутствие гидрофильных и гидрофобных групп. Это характерно для белков и полисахаридов, присутствующих в молекулах сырья. Высокие значения жиросульфидирующей способности льняной и кукурузной муки могут быть обусловлены как адсорбцией жира твердыми частицами муки, так и количеством и составом белков и пищевых волокон, которые способны эмульгировать жиры и стабилизировать систему в процессе термообработки (рис. 1с и d). Высокие значения показателей водоудерживающей и жиросульфидирующей способностей, а также стабильности эмульсии у льняной муки могут объясняться повышенным содержанием белков и пищевых волокон, в том числе растворимой фракции, состоящей из гемицеллюлозы и сложных смесей гетерополисахаридов (слизей). Кукурузная мука содержит плохо растворимые в воде белки (табл. 1), не образующие клейковины, но способные образовывать устойчивые гели. Это объясняет высокие значения жирудерживающей и жиросульфидирующей способностей [7, 10, 20, 21].

Таким образом, разные виды муки могут выполнять важные функции в технологии, где могут использоваться для связывания и удержания воды и масла, эмульгирования и стабилизации пищевых систем. При разработке рецептуры печенья с использованием жидкого растительного масла целесообразно использовать сырьевые компоненты, обладающие высокими показателями

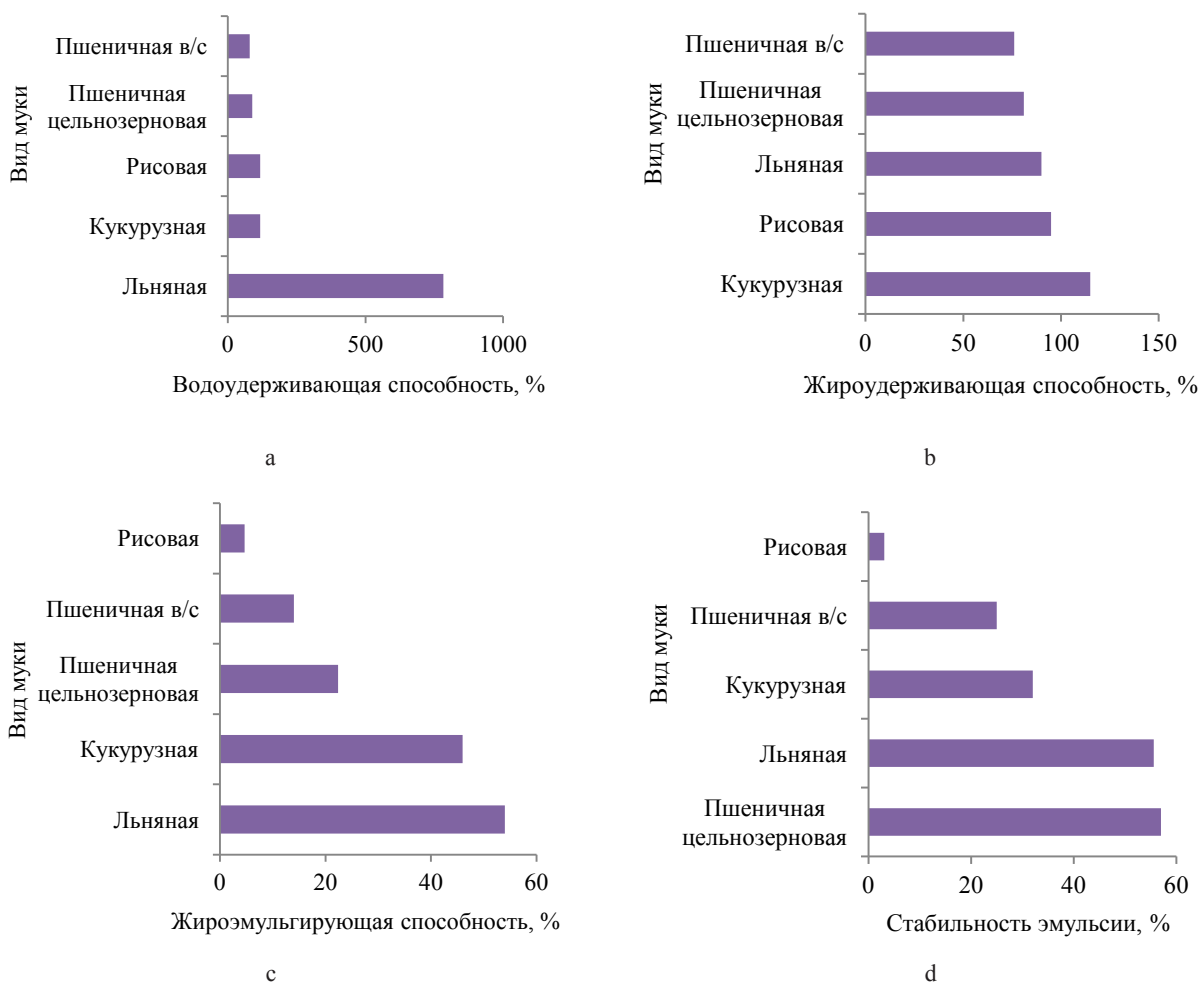


Рисунок 1. Функционально-технологические свойства различных видов муки: а – водоудерживающая способность; б – жирудерживающая способность; с – жиросэмульгирующая способность; д – стабильность эмульсии

Figure 1. Functional and technological properties of various types of flour: a – water-holding capacity; b – fat-retaining capacity; c – fat-emulsifying ability; d – emulsion stability

жирудерживающей и жиросэмульгирующей способностей, а также стабильности эмульсии [25]. Этим требованиям отвечают кукурузная и льняная мука. Исходя из таких органолептических показателей, как цвет, вкус и запах, в дальнейших исследованиях использовалась кукурузная мука.

На основе проведенных исследований разработана рецептура сухой многокомпонентной смеси для сдобного печенья, которая имеет следующий состав: кукурузная мука, сахарная пудра, сухое обезжиренное молоко, яичный порошок, глюкоза, ванилин, химические разрыхлители и цитрусовые пищевые волокна. Введение в состав сухой многокомпонентной смеси таких видов сырья, как сухое обезжиренное молоко, яичный порошок и пищевые волокна, имеющих высокие значения показателей жирудерживающей и жиросэмульгирующей способностей, а также ста-

бильности эмульсии, обосновано их способностью адсорбировать, связывать, эмульгировать и удерживать жидкое растительное масло тестом и печением [25]. Глюкоза вводилась в состав сухой многокомпонентной смеси для интенсификации реакции меланоидинообразования на стадии выпечки с целью придания изделиям лучших органолептических характеристик. Функционально-технологические свойства данной сухой многокомпонентной смеси в сравнении с мукой пшеничной высшего сорта, а также со смесью муки пшеничной высшего сорта с сахарной пудрой представлены на рисунке 2.

Результаты, представленные на рисунке 2, свидетельствуют о больших значениях жирудерживающей и жиросэмульгирующей способностей для сухой многокомпонентной смеси на основе кукурузной муки в сравнении со смесью пшеничной муки высшего сорта и сахарной пудры. Это

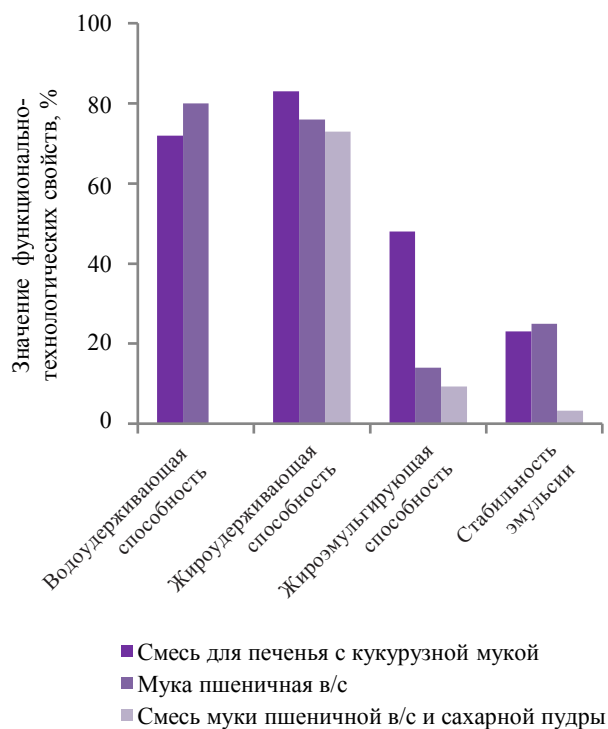


Рисунок 2. Функционально-технологические свойства сухой многокомпонентной смеси для сдобного печенья

Figure 2. Functional and technological properties of a multicomponent powder mix for butter cookies

объясняется наличием в составе разработанной сухой многокомпонентной смеси для печенья компонентов, способных связывать жидкое растительное масло и образовывать эмульсию. Смесь пшеничной муки высшего сорта и сахарной пудры использовалась для оценки влияния сахара на функционально-технологические свойства пшеничной муки. Как следует из диаграммы на рисунке 2, присутствие сахара в смеси мало влияет на жирудерживающую способность пшеничной муки, но снижает показатели жироэмульгирующей способности и стабильности эмульсии за счет влияния на процессы набухания белка и формирования клейковины, формирующей и стабилизирующей структуру теста. Сухая многокомпонентная смесь с кукурузной мукой обладала лучшими функционально-технологическими свойствами по сумме показателей жирудерживающей и жироэмульгирующей способностей, а также стабильности эмульсии. Это позволяет использовать в качестве жирового компонента жидкое растительное масло при замесе теста на основе кукурузной муки.

Основная массовая доля в составе сухой многокомпонентной смеси для приготовления сдобного печенья приходится на кукурузную муку, которая отличается от пшеничной более сбалансированным составом жиров, белков и углеводов, содержит больше клетчатки, β -каротина,

витаминов B_1 , B_2 , C , PP , E , калия, кальция, магния, фосфора, железа и кобальта [22]. Поскольку кукурузная мука имеет твердые частицы и ее белки не образуют клейковину, то для обеспечения требуемого качества теста и печенья из сухой многокомпонентной смеси с кукурузной мукой предложен способ приготовления теста «завариванием» горячей водой. Такой технологический прием способствует получению теста с нужными реологическими свойствами, при которых тестовые заготовки после формования сохраняют форму и удерживают ее при выпечке за счет клейстеризации крахмала и денатурации белковых веществ сырья.

В рецептуре печенья на основе сухой многокомпонентной смеси с кукурузной мукой в качестве жирового компонента использовалось жидкое растительное масло. Это способствует повышению пищевой ценности и безопасности. Жидкие растительные масла имеют высокую пищевую ценность, которая обусловлена содержанием эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот, токоферолов, фосфолипидов и каротиноидов. Безопасность печенья с жидким растительным маслом, в отличие от печенья с использованием твердых жиров, возрастает за счет небольшого содержания насыщенных жирных кислот и отсутствия трансизомеров. К преимуществам жидких растительных масел также можно отнести длительные сроки годности, невысокую стоимость, технологичность при хранении, транспортировании и дозировании. В рецептуре печенья на основе разработанной сухой многокомпонентной смеси с кукурузной мукой использовалось рапсовое рафинированное дезодорированное масло отечественного производства. Оно доступно, имеет сравнительно невысокую стоимость, содержит высокое количество полиненасыщенных жирных кислот, в том числе незаменимой α -линоленовой жирной кислоты семейства омега-3.

По результатам проведенных исследований получен патент на способ производства печенья и многокомпонентную смесь для его изготовления [26]. Для связывания и удержания жидкого растительного масла на начальной стадии замеса теста смешиваются разработанная сухая многокомпонентная смесь и масло. Это позволяет обеспечить лучшую доступность гидрофобных групп сырьевых компонентов сухой многокомпонентной смеси для взаимодействия с маслом. Для получения теста с необходимыми для формования реологическими характеристиками применяется технологический прием «заваривания» рецептурной смеси горячей водой, при котором структура теста формируется за счет процессов клейстеризации крахмала и денатурации белков. Приготовление печенья из сухой многокомпонентной смеси на основе кукурузной муки с использованием жидкого растительного масла осуществляется по

следующей технологии: разработанную сухую многокомпонентную смесь на основе кукурузной муки смешивают с рапсовым рафинированным дезодорированным маслом, «заваривают» горячей водой с температурой 90–100 °С при перемешивании, затем тесто охлаждают до температуры 35 ± 5 °С, вносят химические разрыхлители, ванилин и замешивают тесто, из которого формуют отсадкой тестовые заготовки, выпекают в течение 6–10 мин при температуре 210–220 °С, охлаждают и упаковывают. Полученное предложенным способом тесто из сухой многокомпонентной смеси и рапсового масла имело мягкую пластичную консистенцию и легко формовалось отсадкой. Сформованные тестовые заготовки хорошо сохраняли форму, не расплывались, а готовые изделия имели рельефный рисунок с четкими гранями. Печенье, приготовленное предложенным способом, отвечало нормируемым требованиям, имело высокий показатель намокаемости, хорошо развитую пористость и невысокую плотность.

Выводы

На основе исследования функционально-технологических свойств различных видов муки разработана рецептура сухой многокомпонентной смеси с кукурузной мукой и предложена технология приготовления сдобного печенья на ее основе с использованием жидкого растительного масла. По результатам проведенной работы получен патент на способ производства печенья и многокомпонентной смеси для его изготовления. Использование сухой многокомпонентной смеси позволит упростить технологический процесс приготовления печенья и стабилизировать его качество. Предложенные технологические решения позволяют получить

печенье, отвечающее нормируемым требованиям, а также повысить его пищевую ценность за счет использования рапсового масла, кукурузной муки, сухого обезжиренного молока и препарата пищевых волокон. Кроме того, использование кукурузной муки и рапсового масла позволяет получать печенье без глютена с пониженным содержанием насыщенных жирных кислот и трансизомеров. Полученные результаты позволят расширить ассортимент печенья для специализированного и здорового питания.

Критерии авторства

Т. В. Рензяева – руководство исследованием, написание рукописи. А. С. Тубольцева – проведение эксперимента, обработка и анализ полученных данных, литературный обзор и редактирование рукописи. А. О. Рензяев – участие в обработке данных и написании текста.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

T.V. Renzyaeva supervised the research and wrote the manuscript. A.S. Tuboltseva conducted the experiment, processed and analyzed the data, reviewed scientific publications, and edited the manuscript. A.O. Renzyaev processed the data and wrote the text.

Conflict of interest

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

References/Список литературы

1. Momin MA, Jubayer MF, Begum AA, Nupur AH, Ranganathan TV, Mazumder MAR. Substituting wheat flour with okara flour in biscuit production. *Foods and Raw Materials*. 2020;8(2):422–428. doi.org/10.21603/2308-4057-2020-2-422-428
2. Kandrovkov RH, Pankratov GN, Meleshkina EP, Vitol IS, Tulyakov DG. Effective technological scheme for processing triticale (*Triticosecale* L.) grain into graded flour. *Foods and Raw Materials*. 2019;7(1):107–117. doi.org/10.21603/2308-4057-2019-1-107-117
3. Romanova NN, Kochetov VK, Ageeva NV. Expansion of the raw material range of functional confectionery products. *Confectionery and Baking Industry*. 2019;184(11–12):30–33. (In Russ.).
Романова Н. Н., Кочетов В. К., Агеева Н. В. Расширение сырьевой базы для производства функциональных кондитерских изделий // Кондитерское и хлебопекарное производство. 2019. Т. 184. № 11–12. С. 30–33.
4. Nevskaya EV, Tyurina IA, Tyurina OE, Shulbaeva MT, Potapova MN, Golovacheva YaS. Healthy bakery composite mixes. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2019;49(4):531–544. (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-4-531-544>
5. Savenkova TV, Soldatova EA, Misteneva SYu, Taleisnik MA. Technological properties of flour and their effect on quality indicators of sugar cookies. *Food Systems*. 2019;2(2):13–19. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2019-2-2-13-19>

6. Dolganyuk V, Andreeva A, Budenkova E, Sukhikh S, Babich O, Ivanova S, *et al.* Study of morphological features and determination of the fatty acid composition of the microalgae lipid complex. *Biomolecules*. 2020;10(11). <https://doi.org/10.3390/biom10111571>

7. Feofilaktova OV, Ponomarev AS. Technological property research of the alternative flour types while food producing in catering in catering. *Food Industry*. 2019;4(2):28–34. (In Russ.). <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2019-4-2-4>

8. Aobosova LA, Nesterova IYu. Buckwheat flour in cake production. *Confectionery and Baking Industry*. 2019;183(9–10):36–38. (In Russ.).

Аобосова Л. А., Нестерова И. Ю. Гречневая мука при производстве кексов // Кондитерское и хлебопекарное производство. 2019. Т. 183. № 9–10. С. 36–38.

9. Yildiz E, Şumnu SG, Şahin S. Effects of buckwheat flour, gums and proteins on rheological properties of gluten-free batters and structure of cakes. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*. 2018;10(3):245–254. <https://doi.org/10.3920/QAS2017.1221>

10. Koneva SI, Egorova EYu, Kozubaeva LA, Reznichenko IYu. The effect of flaxseed flour on the rheological properties of dough made of flaxseed and wheat flour and bread quality. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2019;49(1):85–96. (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-1-85-96>

11. Alekhina NN, Ponomareva EI, Zharkova IM, Grebenshchikov AV. Assessment of functional properties and safety indicators of amaranth flour grain bread. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2021;51(2):323–332. (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-2-323-332>

12. Hopkin L, Broadbent H, Ahlborn GJ. Influence of almond and coconut flours on Ketogenic, Gluten-Free cupcakes. *Food Chemistry: X*. 2022;13. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2021.100182>

13. Aleman RS, Paz G, Morris A, Prinyawiwatkul W, Moncada M, King JM. High protein brown rice flour, tapioca starch & potato starch in the development of gluten-free cupcakes. *LWT*. 2021;152. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112326>

14. Urubkov SA, Khovanskaya SS, Smirnov SO, Pyreva EA, Georgieva OV, Dremina NV. Gluten-free dry mixture using rice and amaranth flour and vegetable and berry powders and a cookie production method. *Russia patent RU 2731578C1*. 2020.

Безглютеновая сухая смесь с использованием рисовой и амарантовой муки и плодовоовощных и ягодных порошков и способ производства печенья: пат. 2731578C1 Рос. Федерация. № 2019141243 / Урубков С. А. [и др.]; заявл. 13.12.2019; опублик. 04.09.2020, Бюл. № 25. 11 с.

15. Chugunova OV, Lejberova NV. Method for production of “Veselye zvezdochki” gluten-free sugar cookie. *Russia patent RU 2466541C1*. 2012.

Способ производства безглютенового сахарного печенья «Веселые звездочки»: пат. 2466541C1 Рос. Федерация. № 2011125436/13 / Чугунова О. В., Лейберова Н. В.; заявл. 20.06.2011; опублик. 20.11.2012, Бюл. № 32. 6 с.

16. Nikitin IA, Kulakov VG, Korovina ES, Zajchik BTs, Chubarova EG, Orlik GI, *et al.* Gluten-free biscuit production method. *Russia patent RU 2641528C1*. 2018.

Способ производства безглютенового печенья: пат. 2641528C1 Рос. Федерация. № 2017100990 / Никитин И. А. [и др.]; заявл. 12.01.2017; опублик. 18.01.2018, Бюл. № 2. 7 с.

17. Tarasenko NA, Nikonovich YuN, Minasueva AA. Shortbread production method. *Russia patent RU 2632953C1*. 2017.

Способ производства песочного печенья: пат. 2632953C1 Рос. Федерация. № 2016147290 / Тарасенко Н. А., Никонович Ю. Н., Минасуева А. А.; заявл. 01.12.2016; опублик. 11.10.2017, Бюл. № 29. 9 с.

18. Vaskina VA, Babaeva DS, Dvoeglazova AA, Sokolova ND, Dubtsova GN, Mukhamediev SA, *et al.* Butter oatmeal biscuit on vegetable oils and milk whey. *Russia patent RU 2723961C1*. 2020.

Сдобное овсяное печенье на растительных маслах и молочной сыворотке: пат. 2723961C1 Рос. Федерация. № 2019145029 / Васькина В. А. [и др.]; заявл. 30.12.2019; опублик. 18.06.2020, Бюл. № 17. 9 с.

19. Sadygova MK, Fzrtidinova LT, Gasimova GA. Method for preparation of gluten-free choux pastry semi-product. *Russia patent RU 2731283C1*. 202.

Способ приготовления безглютенового заварного полуфабриката: пат. 2731283C1 Рос. Федерация. № 2019136941 / Садьгова М. К., Фзртдинова Л. Т., Гасимова Г. А.; заявл. 18.11.2019; опублик. 01.09.2020, Бюл. № 25. 6 с.

20. Kolpakova VV, Lukin DN, Chumikina LV, Shevyakova LV. Chemical composition and functional properties of rice protein concentrates. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2015;66(4): 120–124. (In Russ.).

Химический состав и функциональные свойства рисовых белковых концентратов / В. В. Колпакова [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. Т. 66. № 4. С. 120–124.

21. Kolpakova VV, Kovalenok VA. Relationship of the functional properties of dry wheat gluten with amino acid composition and its quality indicators. Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2019;81(1):173–180. (In Russ.). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-1-173-180>

22. Tutel'yan VA. Chemical composition and calorie profile of Russian food products. Moscow: DeLi print; 2012. 283 p. (In Russ.).

Тутельян В. А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания. М.: ДеЛи принт, 2012. 283 с.

23. Demchenko EA, Savenkova TV, Mizinchikova II. Effects of oils and fats on the quality characteristics, nutritional value, and storage capacity of cookies. Food Processing: Techniques and Technology. 2021;51(4):674–689. (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-674-689>

24. Misteneva SYu, Savenkova TV, Demchenko EA, Shcherbakova NA, Gerasimov TV. Effect of functional and technological properties of vegetable shortenings on qualitative characteristics of biscuit. Vestnik of MSTU. 2020;23(3):268–279. (In Russ.). <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2020-23-3-268-279>

25. Renzyaeva TV, Tuboltseva AS, Ponkratova EK, Lugovaya AV, Kazantseva AV. Functional and technological properties of powdered raw materials and food additives for confectionary. Food Processing: Techniques and Technology. 2014;35(4):43–49. (In Russ.).

Функционально-технологические свойства порошкообразного сырья и пищевых добавок в производстве кондитерских изделий / Т. В. Рензяева [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2014. Т. 35. № 4. С. 43–48.

26. Tuboltseva AS, Renzyaeva TV, Poznyakovskij VM. Method for the production of biscuits and multicomponent dry mix for its production. Russia patent RU 2760739C1. 2021.

Способ производства печенья и многокомпонентная сухая смесь для его изготовления: пат. 2760739C1 Рос. Федерация. № 2021109137 / Тубольцева А. С., Рензяева Т. В., Позняковский В. М.; заявл. 04.04.2021; опубл. 30.11.2021, Бюл. № 34. 7 с.