

Наталья Владимировна Снегирева

Государственный аграрный университет Северного Зауралья, заведующая лабораторией кафедры технологии продуктов питания, Тюмень, Россия

E-mail: snegirevanv@gausz.ru

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ
В ПРОИЗВОДСТВЕ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

Цель исследования – изучить возможность использования семян льна масличного сортов Август и Исилькульский, выращенных в условиях Северного Зауралья для улучшения качества и сбалансированности пищевой ценности мучных кондитерских изделий. Исследование проведено путем пробных лабораторных выпечек с заменой сливочного масла в составе рецептуры кекса на семена льна, замоченные в теплой воде до образования вязкой массы. У готовых изделий оценивали органолептические показатели качества по пятибалльной шкале (ГОСТ 31986-2012): комплексная оценка кексов составила у контрольного варианта – 4,58 баллов, с использованием семян льна сортов Август 4,64 и Исилькульский – 4,74 баллов. Отмечено, что использование семян льна взамен сливочного масла в рецептуре кекса не оказало негативного влияния на органолептические показатели готовых изделий; такие показатели, как поверхность, вид в разрезе и текстура улучшаются в процессе обогащения, и комплексная оценка увеличивается. Физико-химические показатели определяли стандартизованными методами анализа. Полученные данные свидетельствуют о том, что внесение в рецептуру семян льна увеличивает влажность готовых изделий до 20–24 %, плотность – до 0,48–0,50 г/см³ и снижает щелочность до 0,55–0,50 град. Расчет энергетической и пищевой ценности кексов показал, что замена сливочного масла семенами льна позволила снизить содержание жиров в кексах до 7 г/100 г продукта по сравнению с контрольным вариантом (13 г/100 г), при этом снижается энергетическая ценность изделий: контрольный вариант – 383 ккал; 2-й вариант – 341; 3-й вариант – 339 ккал, что делает их менее калорийными.

Ключевые слова: кексы, семена льна масличного, растительные жиры, оценка качества, пищевая ценность.

Natalya V. Snegireva

Head of the Laboratory of the Chair of Food Technology, Northern Trans-Ural State Agricultural University, Tumen, Russia

E-mail: snegirevanv@gausz.ru

USE OF PLANT RAW MATERIALS IN PASTRY PRODUCTION

The research objective is to study the possibility of using flaxseed seeds of August and Isilkulsky varieties grown in the conditions of the Northern Trans-Urals to improve the quality and balance of the nutritional value of flour confectionery products. The study was carried out by means of test laboratory baked goods with the replacement of butter in the cake recipe for flax seeds soaked in warm water until a viscous mass was formed. For finished products, organoleptic quality indicators were assessed according to a five-point scale (GOST 31986-2012): a comprehensive assessment of cakes was 4.58 points in the control variant, 4.64 points using August flax seeds and 4.74 points using Isilkulsky flax seeds. It was noted that the use of flax seeds instead of butter in the cake recipe did not have a negative effect on the organoleptic characteristics of the finished products; indicators such as surface, sectional view and texture improved during the enrichment process and the integrated assessment increased. Physicochemical indicators were determined by standardized methods of analysis. The data obtained indicate that the addition of flax seeds to the recipe increases the moisture content of finished products to 20–24 %, the density to 0.48–0.50 g/cm³ and reduces the alkalinity to 0.55–0.50 degrees. Calculation of the energy and nutritional value of cakes showed that replacing butter with flax seeds made it possible to reduce the fat content in cakes to 7 g/100 g of the product compared to the control variant (13 g/100 g), while the energy value of the products decreases: the control variant – 383 kcal; 2nd variant – 341; 3rd variant – 339 kcal, which makes them less high in calories.

Keywords: cakes, oil flax seeds, plant fats, quality assessment, nutritional value.

Введение. Мучные кондитерские изделия являются продуктами массового потребления и пользуются стабильным спросом. По разным источникам, сегмент «кексы» составляет от 7 до 12 % в структуре кондитерских изделий [1, 2]. Однако главный недостаток кексов – невысокая физиологическая ценность, их состав характеризуется преобладанием жиров, простых углеводов, отсутствием витаминов, минеральных компонентов, пищевых волокон, необходимых для человека [3]. В рационе современного человека отмечается недостаток физиологически важных функциональных ингредиентов при избыточном потреблении жиров и углеводов, что приводит к нежелательным изменениям в состоянии здоровья [4, 5].

Улучшить питание населения возможно за счет создания новых мучных кондитерских изделий на основе натурального растительного сырья [6]. Создание функциональных мучных продуктов возможно с уменьшением или полной заменой самых калорийных и «тяжелых» компонентов: животных жиров и сахаров растительными жирами и семенами. Семена льна представляют особый интерес, обусловленный содержанием в них физиологически активных компонентов [7–9].

Доступным источником белков, жиров, пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ являются семена льна масличного перспективных для выращивания в условиях Северного Зауралья зарегистрированных сортов Август и Исилькульский. Исследования, проведенные на указанных сортах льна, выращенных на опытном поле ГАУ Северного Зауралья, показали, что содержание белка в семенах находилось в пределах 23,9–24,4 %, содержание масла варьировалось от 44,6 до 49,9 %, что подтверждает высокую пищевую ценность семян льна и продуктов его переработки [10].

Семена льна взамен сливочного масла – отличный источник правильных и полезных жиров, калорий и энергии.

Возможность применения семян льна в производстве пищевых продуктов обусловлена содержанием в них водорастворимых полисахаридов, которые при замачивании способны образовывать слизь на поверхности семян [11–13]. За счет слизиобразующих веществ семена льна могут выступать в качестве водоудерживающих агентов, структурообразователей, стабилизаторов и связующих веществ, что подтверждается работами ряда авторов [14–16].

Цель исследования: определить возможность использования семян льна для улучшения качества и сбалансированности пищевой ценности кексов.

Объекты и методы исследования. Ряд пробных лабораторных выпечек проводили в

пекарне-лаборатории кафедры технологии продуктов питания Инженерно-технологического института ГАУ Северного Зауралья (г. Тюмень). За контрольный образец (1-й вариант) принята рецептура кекса «Нежность». По рецептуре на 100 г муки вносили 115 г сахара; 104 г яиц; 38 г сливочного масла; 3,8 г разрыхлителя. В рецептуру опытных образцов взамен сливочного масла включали семена льна сорта Август (2-й вариант) и сорта Исилькульский (3-й вариант) в количестве 15 % к массе муки.

В исследовании использовали традиционное для кексов сырье, соответствующее требованиям действующих нормативных документов: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта (ГОСТ 26574–2017), сахар-песок (ГОСТ 21–94), яйца куриные пищевые (ГОСТ 31654–2012), масло сливочное (ГОСТ 32261–2013), разрыхлитель теста (ГОСТ 32802–2014).

Сырье добавляли в определенной последовательности. Куриные яйца взбивали с сахаром до получения однородной массы, добавляли размягченное сливочное масло и снова взбивали. К взбитой массе добавляли пшеничную муку, разрыхлитель и замешивали тесто. Тесто раскладывали в силиконовые формочки (необходимо заполнить на 2/3 части формы). Выпечку кексов проводили при температуре 180 °С 20 мин. Во 2-м и 3-м вариантах семена замачивали и полученную вязкую массу сбивали с яйцами и сахаром. Продолжительность выпечки кексов с семенами льна увеличивали до 25 мин.

Для выделения полисахаридных слизей семена льна предварительно замачивали в теплой воде в течение 2 ч, за это время смесь приобретает гелеобразную структуру. Биохимические показатели семян льна сорта Август: белки – 24,4 %; жиры – 49,9 %; сорта Исилькульский: белки – 23,9 %, жиры – 44,6 %.

Для комплексной оценки качества кексов по органолептическим показателям использовали 5-балльную шкалу оценки (ГОСТ 31986–2012). Для того чтобы определить связь комплексной оценки и оцениваемых органолептических показателей, а также выделить значимость одного или нескольких из них было составлено уравнение регрессии. В готовых изделиях определялась щелочность методом титрования по ГОСТ 5898–87. Массовая доля влаги в кексах определялась высушиванием навески изделия при температуре 130 °С в течение 40 мин (ГОСТ 5900–73). Плотность готовых изделий определяли по ГОСТ 15810-2014. Результаты обработаны в компьютерной программе MS Office Excel 2013. Пищевую и энергетическую ценность определяли расчетным методом с использованием данных из справочника И.М. Скурихиной, В.А. Тутельяна [17].

Результаты исследования и их обсуждение. Органолептическую оценку качества кексов проводили по следующим показателям: форма, состояние поверхности, вид на разрезе, текстура, вкус и запах. Контрольный вариант характеризовался правильной формой, выпуклой верхней поверхностью с незначительными неровностями, без подгорелостей, вид на разрезе пропеченный, без следов непромеса, равномерная пористость с единичными пустотами, текстура мягкая связанная, ярко выраженным сдобным вкусом и ароматом. Замена сливочного масла семенами льна во 2-м и 3-м варианте никак не повлияла на форму готовых изделий. Следует отметить улучшение состояния

поверхности кексов, при рассмотрении изделий в разрезе видно, что семена равномерно распределены по всему объему мякиша, не нарушая пористости, без пустот. Текстура мякиша осталась мягкой, что можно объяснить высоким содержанием жира в семенах. Появляется оригинальный вкус и аромат, свойственный жареному миндалю. Оценка органолептических показателей качества проведена по 5-балльной шкале: 2 балла – это изделие со значительными дефектами; 5 баллов – изделие без недостатков. Все оценки были обработаны методом описательной статистики, и для дальнейшего анализа выбраны показатели: среднеарифметическое и стандартное отклонение (табл. 1).

Таблица 1

Результаты оценки органолептических показателей качества кексов

Показатель	Контрольный образец (1-й вариант)	Вариант с внесением семян льна 15 % к массе муки	
		сорта Август (2-й вариант)	сорта Исилькульский (3-й вариант)
Форма	4,9±0,00	4,9±0,00	4,9±0,00
Состояние поверхности	4,5±0,15	4,7±0,15	4,8±0,15
Вид на разрезе	4,2±0,20	4,4±0,20	4,6±0,20
Текстура	4,3±0,10	4,2±0,10	4,4±0,10
Вкус и запах	5,0±0,00	5,0±0,00	5,0±0,00
Комплексная оценка	4,58±0,09	4,64±0,09	4,74±0,09

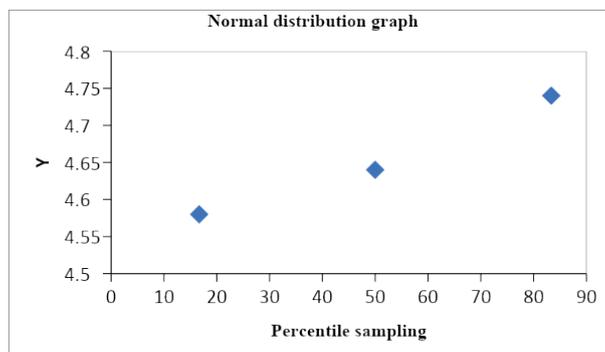
Для расчета коэффициентов регрессии выделили следующие факторы: x_1 – форма; x_2 – состояние поверхности; x_3 – вид на разрезе; x_4 – текстура; x_5 – вкус и запах. В процессе регрессионного анализа переменные x_1 , x_2 , x_5 оказались статистически незначимы, их коэффициенты были равны 0. Таким образом, нами получено уравнение прогнозирования, связывающее комплексную оценку (Y) с факторами x_3 – оценка вида на разрезе, x_4 – оценка текстуры, имеющее следующий вид:

$$Y = 2,47 + 0,37x_3 + 0,13x_4.$$

Коэффициенты регрессии 0,37 и 0,13 следует рассматривать как степень влияния каждой из пе-

ременных на комплексную оценку кексов, если все другие независимые переменные остаются неизменными. Значения коэффициентов ничтожно малы, следовательно, моделируемые варианты остаются на уровне контроля, негативного влияния факторов не отмечено, что подтверждается уравнением регрессии с положительными значениями коэффициентов.

Для анализа адекватности полученного уравнения рассмотрели нормально-вероятностный график остатков. Установлено, что отклонения остатков регрессии располагаются на графике вблизи теоретической нормальной линии, следовательно, остатки распределены нормально, что говорит об адекватности анализируемого уравнения (рис.).



Нормально-вероятностный график остатков

В результате статистического анализа данных методом сравнения стандартизованных коэффициентов регрессии определена величина влияния факторов x_i на исследуемый параметр Y . Проведенный регрессионный анализ дает основание утверждать, что на комплексную оценку качества кексов в большей степени оказывает влияние показатель вид на разрезе – 93 %, показатель текстура кексов – 16 %.

Готовые изделия также анализировали по физико-химическим показателям. Влажность контрольного образца составила 19 %, влажность 2-го и 3-го вариантов повысилась на 5 и 1 % и составила 24 и 20 % соответственно. Повышение влажности объясняется высокой водопогложительной способностью семян льна. Плотность контрольного образца составила 0,39 г/см³. Обо-

гащение кексов семенами льна увеличивает плотность готовых изделий на 0,11 и 0,09 г/см³ за счет распределения семян по всему объему кексов. Щелочность контрольного варианта составила 0,6 град. В экспериментальных вариантах щелочность снижается на 0,05 и 0,1 град., вероятно, вследствие исключения из рецептурного состава сливочного масла, обладающего более кислыми свойствами. Снижение щелочности обогащенных кексов положительно влияет на поддержание кислотно-щелочного баланса. Показатели влажности, плотности и щелочности соответствуют ГОСТ 15052–2014 «Кексы. Общие технические условия». Результаты исследования экспериментальных значений физико-химических показателей кексов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Физико-химические показатели кексов

Показатель	Контрольный образец (1-й вариант)	Образец с внесением семян льна	
		сорта Август (2-й вариант)	сорта Исилькульский (3-й вариант)
Влажность, % (12,00–24,00)	19,00±0,6	24,00±0,5	20,00±0,6
Плотность, г/см ³ (не более 0,55)	0,39±0,02	0,50±0,05	0,48±0,04
Щелочность, град. (не более 2,0)	0,60±0,06	0,55±0,04	0,50±0,05

Рассчитали пищевую и энергетическую ценность кексов. Согласно унифицированной рецептуре и данным из справочника «Химический со-

став российских пищевых продуктов» рассчитано содержание белков, жиров, углеводов на выход 40 г кекса (табл. 3).

Таблица 3

Содержание белков, жиров, углеводов в исследуемых образцах

Сырье	1-й вариант			2-й вариант			3-й вариант		
	Белки	Жиры	Углеводы	Белки	Жиры	Углеводы	Белки	Жиры	Углеводы
Мука пшеничная высшего сорта	1,34	0,14	9,18	1,34	0,14	9,18	1,34	0,14	9,18
Сахар-песок	0	0	15,97	0	0	15,97	0	0	15,97
Куриные яйца	1,72	1,55	0,09	1,72	1,55	0,09	1,72	1,55	0,09
Масло сливочное	0,04	3,63	0,07	–	–	–	–	–	–
Семена льна	–	–	–	0,56	1,15	0,59	0,55	1,03	0,72
Разрыхлитель	0,02	0,002	0,24	0,02	0,002	0,24	0,02	0,002	0,24
Итого	3,12	5,32	25,55	3,64	2,84	26,06	3,63	2,72	26,2

Для расчета калорийности основных пищевых веществ приняты следующие коэффициенты перерасчета: белки – 4,0 ккал/г; жиры – 9,0; углеводы – 4,0 ккал/г. Установлено, что замена сливочного масла на семена льна значительно снижает

содержание жира в готовых изделиях на 54 % и калорийность кексов на 11 %. Содержание белков и углеводов остается на уровне контрольного варианта (табл. 4).

Пищевая и энергетическая ценность кексов на 100 г

Исследуемый вариант	Пищевая ценность, г/100 г			Энергетическая ценность продукта, ккал/кДж
	Белки	Жиры	Углеводы	
1-й (контроль)	8	13	64	383/1603,54
2-й	9	7	65	341/1427,70
3-й	9	7	65	339/1419,33

Проведенные исследования показали целесообразность применения в рецептуре кексов натурального растительного сырья – семян льна, выращенных в условиях нашего региона, способствующих получению изделий высокого качества.

Выводы

1. Комплексная оценка органолептических показателей качества кексов составила: контрольного варианта – 4,58 баллов, с использованием семян льна сортов Август – 4,64 и Исилькульский – 4,74 баллов. Рассчитано уравнение прогнозирования ($y = 2,47 + 0,37x_3 + 0,13x_4$) для готовых изделий с учетом показателей вид на разрезе (x_3) и текстура (x_4).

2. Внесение в рецептуру семян льна увеличивает влажность готовых изделий до 20–24 %, плотность – до 0,48–0,5 г/см³ и снижает щелочность до 0,55–0,5 град.

3. Замена сливочного масла семенами льна позволила снизить долю животных жиров в составе изделий в 2 раза: содержание жира в контрольном варианте – 13 г/100 г, во 2-м и 3-м варианте – 7 г/100 г. Энергетическая ценность изделий снижается: 1-й вариант (контрольный) – 383 ккал; 2-й вариант – 341; 3-й вариант – 339 ккал, что делает их менее калорийными.

Нами доказана возможность применения семян льна взамен сливочного масла. В дальнейших исследованиях будет изучено внесение различных дозировок семян льна, а также внесение других сортов льна масличного, зарегистрированных в Тюменской области, для выявления наиболее пригодного в производстве мучных кондитерских изделий.

Литература

1. Щербакова Н.А., Талейсник М.А., Мизинчикова И.И. Фруктовое и овощное пюре в технологии приготовления сахарного печенью // Торты. Вафли. Печенье. Пряники – 2018. Производство – рынок – потребитель: мат-лы докл. бизнес-конф. (26–28 февраля 2018 г.) / Междунар. пром. академия. М., 2018. С. 34–37.
2. Магомедов Г.О., Олейникова А.Я., Лукина С.И. и др. Новый кекс повышенной пищевой ценности // Хлебопродукты. 2010. № 6. С. 38–39.
3. Губаненко Г.А., Пушкарева Е.А., Речкина Е.А. и др. Разработка рецептуры и оценка качества обогащенного кекса // Техника и технология пищевых производств. 2017. Т. 45, № 2. С. 34–40.
4. Кудряшова О.В. Витаминно-минеральные смеси компании «Валетек» для обогащения пшеничной муки, хлебобулочных и мучных кондитерских изделий // Хлебопродукты. 2014. № 2. С. 34–35.
5. Туркова А.Ю. Совершенствование технологии кексов функционального назначения: дис. канд. ... техн. наук. Орел, 2015. 173 с.
6. Султаева Н.Л., Перминова В.С. Исследование свойств семени льна и разработка на их основе технологи хлебобулочных изделий // Науковедение. 2015. № 1 (7). С. 1–15.
7. Винницкая, В.Ф., Акишин Д.В., Попова Е.И., Мантрова А.С. Инновации в рецептурах и технологии мучных кондитерских изделий // Наука и образование. 2019. № 2. С. 43–51.
8. Снегирева Н.В., Марченко Л.В. Использование льняной муки и семян льна в рецептурах мучных кондитерских изделий // Вестник КрасГАУ. 2019. № 11 (152). С. 143–150.
9. Снегирева Н.В., Марченко Л.В., Першаков А.Ю. Влияние растительного сырья на пищевую ценность мучных кондитерских изделий // Инженерные технологии в сельском и лесном хозяйстве: сб. мат-лов всерос. национальной науч.-практ. конф. Тюмень, 2020. С. 261–265.
10. Сатаева, А.О., Першаков А.Ю., Белкина Р.И. Содержание белка и жира в семенах сортов льна масличного в условиях Северного Зуралья // Государственный аграрный университет Северного Зуралья – 2019: сб. мат-лов LIII Междунар. студ. науч.-практ. конф. Тюмень, 2019. С. 43–48.
11. Капрельянц Л.В., Швец Н.А. Биохимическая характеристика липидов семян льна // Зерновые продукты и комбикорма. 2002. № 1.
12. Warrand J., Michaud P., Muller G., Courtois D., Ralainirina R., Coirtois J. Large-Scale Purification of Water-Soluble Polysaccharides

- from Flaxseed Mucilage, and Isolation of a New Anionic Polymer // *Chromatographia*. 2003. Vol. 58. № 5–6. P. 331–335.
13. Warrand J., Michaud P., Muller G., Courtois B., Ralainirina R., Courtois J. Structural Investigations of the Neutral Polysaccharide of *Linum usitatissimum* L. Seeds Mucilage // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2005. Vol. 35. № 3–4. P. 121–125.
 14. Alix S., Marais S., Morwan C., Lebrun L. Biocomposite materials from flax plants: preparation and properties // *Composites Part A*. 2008. № 39. P. 1793–1801.
 15. Qian K.Y. Flaxseed gum from flaxseed hulls: Extraction, fractionation and characterization // *Food Hydrocolloids*. 2012. Vol. 28 (2). P. 275–283.
 16. Ding H.H. Soluble polysaccharides from flaxseed kernel as a new source of dietary fibres: extraction and physicochemical characterization // *Food Research International*. 2014. № 56. P. 166–173.
 17. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник. М.: ДеЛи принт, 2002. 236 с.
- nologi hlebobulochnyh izdelij // *Naukovedenie*. 2015. № 1 (7). S. 1–15.
7. Vinnickaya, V.F., Akishin D.V., Popova E.I., Mantrova A.S. Innovacii v recepturah i tehnologii muchnyh konditerskih izdelij // *Nauka i obrazovanie*. 2019. № 2. S. 43–51.
 8. Snegireva N.V., Marchenko L.V. Ispol'zovanie l'nyanoj muki i semyan l'na v recepturah muchnyh konditerskih izdelij // *Vestnik KrasGAU*. 2019. № 11 (152). S. 143–150.
 9. Snegireva N.V., Marchenko L.V., Pershakov A. Yu. Vliyanie rastitel'nogo syr'ya na pischevuyu cennost' muchnyh konditerskih izdelij // *Inzhernyye tehnologii v sel'skom i lesnom hozyajstve: sb. mat-lov vseros. nacional'noj nauch.-prakt. konf. Tyumen'*, 2020. S. 261–265.
 10. Sataeva, A.O., Pershakov A. Yu., Belkina R.I. Soderzhanie belka i zhira v semenah sortov l'na maslichnogo v usloviyah Severnogo Zaural'ya // *Gosudarstvennyj agrarnyj universitet Severnogo Zaural'ya – 2019: sb. mat-lov LIII Mezhdunar. stud. nauch.-prakt. konf. Tyumen'*, 2019. S. 43–48.
 11. Kaprel'yanc L.V., Shvec N.A. Biohimicheskaya harakteristika lipidov semyan l'na // *Zernovyye produkty i kombikorma*. 2002. № 1.
 12. Warrand J., Michaud P., Muller G., Courtois D., Ralainirina R., Courtois J. Large-Scale Purification of Water-Soluble Polysaccharides from Flaxseed Mucilage, and Isolation of a New Anionic Polymer // *Chromatographia*. 2003. Vol. 58. № 5–6. P. 331–335.
 13. Warrand J., Michaud P., Muller G., Courtois B., Ralainirina R., Courtois J. Structural Investigations of the Neutral Polysaccharide of *Linum usitatissimum* L. Seeds Mucilage // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2005. Vol. 35. № 3–4. P. 121–125.
 14. Alix S., Marais S., Morwan C., Lebrun L. Biocomposite materials from flax plants: preparation and properties // *Composites Part A*. 2008. № 39. P. 1793–1801.
 15. Qian K.Y. Flaxseed gum from flaxseed hulls: Extraction, fractionation and characterization // *Food Hydrocolloids*. 2012. Vol. 28 (2). P. 275–283.
 16. Ding H.H. Soluble polysaccharides from flaxseed kernel as a new source of dietary fibres: extraction and physicochemical characterization // *Food Research International*. 2014. № 56. P. 166–173.
 17. Skurihin I.M., Tutel'yan V.A. Himicheskij sostav rossijskih pischevyh produktov: spravochnik. M.: DeLi print, 2002. 236 s.

Literatura

1. Scherbakova N.A., Talejsnik M.A., Mizinchikova I.I. Fruktovoe i ovoschnoe pyure v tehnologii prigotovleniya sahnogo pechen'yu // *Torty. Vaffi. Pechen'e. Pryaniki – 2018. Proizvodstvo – rynok – potrebitel': mat-ly dokl. biznes-konf. (26–28 fevralya 2018 g.) / Mezhdunar. prom. akademiya. M., 2018. C. 34–37.*
2. Magomedov G.O., Olejnikova A. Ya., Lukina S.I. i dr. Novyj keks povyshennoj pischevoj cennost' // *Hleboprodukty*. 2010. № 6. S. 38–39.
3. Gubanenko G.A., Pushkareva E.A., Rechkina E.A. i dr. Razrabotka receptury i ocenka kachestva obogaschennogo keksa // *Tehnika i tehnologiya pischevyh proizvodstv*. 2017. T. 45, № 2. S. 34–40.
4. Kudryashova O.V. Vitaminno-mineral'nye smesi kompanii «Valetek» dlya obogascheniya pshenichnoj muki, hlebobulochnyh i muchnyh konditerskih izdelij // *Hleboprodukty*. 2014. № 2. S. 34–35.
5. Turkova A. Yu. Sovershenstvovanie tehnologii keksov funkcional'nogo naznacheniya: dis. kand. ... tehn. nauk. Orel, 2015. 173 s.
6. Sul'taeva N.L., Perminova V.S. Issledovanie svojstv semeni l'na i razrabotka na ih osnove tehnologii hlebobulochnyh izdelij // *Naukovedenie*. 2015. № 1 (7). S. 1–15.
7. Vinnickaya, V.F., Akishin D.V., Popova E.I., Mantrova A.S. Innovacii v recepturah i tehnologii muchnyh konditerskih izdelij // *Nauka i obrazovanie*. 2019. № 2. S. 43–51.
8. Snegireva N.V., Marchenko L.V. Ispol'zovanie l'nyanoj muki i semyan l'na v recepturah muchnyh konditerskih izdelij // *Vestnik KrasGAU*. 2019. № 11 (152). S. 143–150.
9. Snegireva N.V., Marchenko L.V., Pershakov A. Yu. Vliyanie rastitel'nogo syr'ya na pischevuyu cennost' muchnyh konditerskih izdelij // *Inzhernyye tehnologii v sel'skom i lesnom hozyajstve: sb. mat-lov vseros. nacional'noj nauch.-prakt. konf. Tyumen'*, 2020. S. 261–265.
10. Sataeva, A.O., Pershakov A. Yu., Belkina R.I. Soderzhanie belka i zhira v semenah sortov l'na maslichnogo v usloviyah Severnogo Zaural'ya // *Gosudarstvennyj agrarnyj universitet Severnogo Zaural'ya – 2019: sb. mat-lov LIII Mezhdunar. stud. nauch.-prakt. konf. Tyumen'*, 2019. S. 43–48.
11. Kaprel'yanc L.V., Shvec N.A. Biohimicheskaya harakteristika lipidov semyan l'na // *Zernovyye produkty i kombikorma*. 2002. № 1.
12. Warrand J., Michaud P., Muller G., Courtois D., Ralainirina R., Courtois J. Large-Scale Purification of Water-Soluble Polysaccharides from Flaxseed Mucilage, and Isolation of a New Anionic Polymer // *Chromatographia*. 2003. Vol. 58. № 5–6. P. 331–335.
13. Warrand J., Michaud P., Muller G., Courtois B., Ralainirina R., Courtois J. Structural Investigations of the Neutral Polysaccharide of *Linum usitatissimum* L. Seeds Mucilage // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2005. Vol. 35. № 3–4. P. 121–125.
14. Alix S., Marais S., Morwan C., Lebrun L. Biocomposite materials from flax plants: preparation and properties // *Composites Part A*. 2008. № 39. P. 1793–1801.
15. Qian K.Y. Flaxseed gum from flaxseed hulls: Extraction, fractionation and characterization // *Food Hydrocolloids*. 2012. Vol. 28 (2). P. 275–283.
16. Ding H.H. Soluble polysaccharides from flaxseed kernel as a new source of dietary fibres: extraction and physicochemical characterization // *Food Research International*. 2014. № 56. P. 166–173.
17. Skurihin I.M., Tutel'yan V.A. Himicheskij sostav rossijskih pischevyh produktov: spravochnik. M.: DeLi print, 2002. 236 s.