

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЬНЯНОЙ МУКИ И СЕМЯН ЛЬНА В РЕЦЕПТУРАХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

N.V. Snegireva, L.V. Marchenko

### USING LINEN FLOUR AND FLAX SEEDS IN THE RECIPES OF FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS

**Снегирева Н.В.** – зав. лаб. каф. технологии продуктов питания Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень.

E-mail: snegirevanv@gausz.ru

**Марченко Л.В.** – канд. с.-х. наук, доц. каф. технологии продуктов питания Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень.

E-mail: mti.bread@mail.ru

**Snegireva N.V.** – Head, Lab., Chair of Technology of Food Products, State Agrarian University of Northern Trans-Urals, Tyumen.

E-mail: snegirevanv@gausz.ru

**Marchenko L.V.** – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technology of Food Products, State Agrarian University of Northern Trans-Urals, Tyumen.

E-mail: mti.bread@mail.ru

Цель исследования – изучить применение льняной муки и семян льна масличного в мучных кондитерских изделиях на основе рецептуры кекса «Нежность». Задачи исследования – определить влияние льняных продуктов на органолептические и физико-химические показатели качества готовых изделий; разработать рецептуру приготовления кекса с заменой пшеничной муки на 15 % льняной муки и приготовления кекса с заменой яйца на семена льна масличного. Исследование проводили на кафедре «Технологии продуктов питания» Механико-технологического института ГАУ Северного Зауралья (г. Тюмень). Использовали льняную муку и семена льна масличного сортов Август, Исилькульский, Легур, Сокол, зарегистрированные по Тюменской области. Органолептический анализ качества кексов проводили путем балльной оценки. Наивысшую оценку качества готовых кексов набрал вариант с добавлением 15 % льняной муки – 5 баллов, превзойдя контрольный вариант. Кексы с льняной мукой обладали ореховым привкусом. В вариантах с семенами льна появляется более сладкий вкус, но резко ухудшается структура и поверхность выпеченных изделий, и как следствие снижаются его по-

требительские качества. Физико-химические показатели определяли стандартизованными методами анализа. Щелочность во всех вариантах варьирует в пределах допустимой нормы (0,35–0,90 град.). Высокий показатель влажности отмечен в контрольном варианте и варианте с льняной мукой: 32 и 34 % соответственно. Влажность изделий с добавлением семян льна снижается и достигает нормы (20–24 %). Зольность исследуемых образцов колебалась от 1,16 до 1,78 %. Обогащение кексов семенами льна увеличивает плотность готовых изделий (до 0,63–0,73 г/см<sup>3</sup>) и снижает удельный объем (до 1,60–1,36 см<sup>3</sup>/г). В варианте с внесением льняной муки плотность изделия соответствует норме – 0,44 г/см<sup>3</sup>.

**Ключевые слова:** мучные кондитерские изделия, кексы, льняная мука, семена льна масличного, балльная оценка, щелочность, влажность.

The research objective was to study the application of linen flour and flax seeds in flour confectionery on the basis of the compounding of the cake 'Nezhnost'. The research problems were to define the influence of linen products on organoleptic and physical and chemical indicators of the quality of

*finished products; to develop the compounding of making the cake with the replacement of wheat flour by 15 % of linen flour and preparation of cake with the replacement of eggs by seeds of flax olive. The research was conducted at the Department of Food Technology at Mechanics and Technology Institute of Northern Trans-Urals State Agrarian University. Flax seed and flax seed oil varieties August, Isilkulsky, Legur, Sokol registered across Tyumen Region were used. Organoleptic analysis of the quality of cakes was carried out by mark assessment. The highest assessment of the quality of ready cakes was gathered by the option with addition of 15 % linen flour – 5 points, having surpassed control option. The cakes with linen flour possessed nut smack. In the options with flax seeds there was more sweet taste, but the structure and the surface of baked products sharply worsened, and as a result its consumer qualities decreased. Physical and chemical indicators were determined by the standardized analysis methods. The alkalinity in all options varied within admissible norm (0.35–0.90 degrees). High rate of humidity was noted in control option and the option with linen flour: 32 and 34 %, respectively. The humidity of the products with addition of seeds of flax decreased and reached the norm (20–24 %). Ash-content of studied samples fluctuated from 1.16 to 1.78 %. The enrichment of the cakes with flax seeds increased the density of finished products (to 0.63–0.73 g/cm<sup>3</sup>) and reduced specific volume (to 1.60–1.36 cm<sup>3</sup>/g). In the option with introduction of linen flour the density of the product meets standard – 0.44 g/cm<sup>3</sup>.*

**Keywords:** *flour confectionery, cakes, linen flour, oilseed flax seeds, point rating, alkalinity, humidity.*

**Введение.** Мировой рынок функциональных продуктов динамично развивается, ежегодно увеличиваясь на 15–20 %. Одними из основных факторов, обуславливающих рост рынка функциональных продуктов в мире, являются: повышение внимания потребителей к пище, обеспечивающей профилактику заболеваний, увеличение продолжительности жизни, улучшение здоровья [1]. В ассортименте продукции мучных кондитерских изделий на российском рынке кексы пользуются у населения стабильным спросом, их доля составляет 7–12 %. Однако с точки

зрения пищевой ценности кексы характеризуются несбалансированным химическим составом, преобладанием жиров, простых углеводов, отсутствием витаминов, минеральных компонентов, пищевых волокон, необходимых для человека [2].

Наиболее распространенный вариант разработки технологии производств функциональных продуктов питания – это продукты, обогащенные функциональными ингредиентами. На основании анализа научной литературы в качестве компонента, повышающего пищевую ценность кексов, использовали льняную муку и семена льна масличного. Повышенный интерес к льняному семени и льняной муке обусловлен содержащимися в них физиологически активными компонентами.

В Южно-Уральском государственном университете установлено, что добавление в рецептуру льняной муки в количестве 15 % не оказывает негативного влияния на вкус, аромат, структуру и внешний вид изделий [3]. Данные подтверждены нашими исследованиями по изучению льняной муки, семян льна и их дозировок на кафедре «Технологии продуктов питания» ГАУ СЗ [4, 5].

Семена льна рассматриваются современными диетологами как ценный источник полноценных по аминокислотному составу белков, полиненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон и витаминов [6].

Исследования, проведенные на семенах льна, выращенных в условиях Северного Зауралья, показали, что содержание белка в семенах находилось в пределах 19,6–26,8 %, содержание масла варьировало от 43,7 до 51,6 %, что подтверждает высокую пищевую ценность семян льна и продуктов его переработки [7].

Химический состав льняной муки, как продукта помола семян льна, сходен с химическим составом льняных семян и своими свойствами намного полезнее пшеничной муки [8].

Еще одной отличительной особенностью семян льна является содержание в них водорастворимых полисахаридов – пентозанов, которые могут выступать в качестве водоудерживающих агентов и связующих элементов в производстве хлебобулочных изделий. Выделяющиеся слизи используются при лечении воспаления пищевода и язвенной болезни желудка [9].

Из-за большого содержания слизи семян льна можно заменить яйца в тесте. Такой продукт будет полезен людям с повышенным содержанием холестерина, страдающим сахарным диабетом, аллергикам, людям с избыточным весом и пожилым людям.

**Цель исследования:** изучить применение льняной муки и семян льна масличного в мучных кондитерских изделиях.

Для достижения цели поставлены следующие **задачи:** определить влияние льняных продуктов на органолептические и физико-химические показатели качества готовых изде-

лий; разработать рецептуру приготовления кекса с заменой пшеничной муки на 15 % льняной муки и приготовления кекса с заменой яйца на семена льна масличного.

**Объекты и методы исследования.** Исследование проводилось в лаборатории-пекарне кафедры «Технологии продуктов питания» ГАУ Северного Зауралья (г. Тюмень) путем пробных лабораторных выпечек. Для проведения технологической части исследования за основу была принята рецептура кекса «Нежность», представленная в таблице 1.

Таблица 1

**Рецептура кекса «Нежность»**

Сырье	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 100 шт. готовых изделий, г
Мука пшеничная высшего сорта	85,50	1300,0
Сахар-песок	99,85	1500,0
Куриные яйца	27,0	1350,0/30 шт.
Масло сливочное	84,0	500,0
Разрыхлитель	50,0	50,0
Выход		3000,0

Сырье, используемое в рецептуре, соответствует требованиям нормативно-технологической документации: 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).

На ранее проведенных исследованиях было установлено оптимальное количество вносимых добавок (от 10 до 20 %). В данном исследовании для сравнения образцов с льняной мукой и семенами льна были взяты оптимальные дозировки 15 % льняной муки взамен пшеничной и 15 % семян льна к массе муки.

Для повышения пищевой ценности готовых изделий взамен пшеничной муки в одном из вариантов была взята льняная мука, изготовленная ООО «ХЛЕБЗЕРНОПРОДУКТ» (Ростовская область, г. Таганрог).

В последующих образцах кексы выпекались с заменой в рецептуре яйца на семена льна масличного в количестве 15 % к массе муки, что соответствует 7 г для каждого варианта, замо-

ченные в воде в течение 2 ч до состояния геля, который образуется на поверхности семян льна в результате выделения слизи. Использовали семена льна масличного сортов Август, Исилькульский, Легур, Сокол, выращенные в условиях Северного Зауралья.

Получились следующие варианты готовых изделий:

Вариант № 1 – контрольный вариант кекс «Нежность».

Вариант № 2 – кекс с заменой 15 % пшеничной муки на льняную муку.

Вариант № 3 – кекс с заменой яйца на семена льна сорта Август.

Вариант № 4 – кекс с заменой яйца на семена льна сорта Исилькульский.

Вариант № 5 – кекс с заменой яйца на семена льна сорта Легур.

Вариант № 6 – кекс с заменой яйца на семена льна сорта Сокол.

Для контрольного образца (вариант № 1) необходимо взбивать яйца с сахаром до получения однородной массы. Затем добавить размяг-

ченное сливочное масло и снова взбить. Добавить пшеничную муку и разрыхлитель, перемешать тесто. В силиконовые формочки налить тесто, необходимо заполнить их на 2/3 части. Кексы выпекаются при температуре 180 °С 20 мин. Вариант № 2 с заменой 15 % пшеничной муки на льняную, готовится по такой же технологической схеме. В вариантах № 3, 4, 5, 6 семена замачивали и полученную вязкую массу сбивали с сахаром. Продолжительность выпечки кексов с семенами льна увеличивается до 25 мин.

Готовые мучные кондитерские изделия исследовали по органолептическим и физико-химическим показателям, установленным в ГОСТ 15052-2014 «Кексы. Общие технические условия».

Для определения органолептических показателей использовали метод, заключающийся в количественной оценке качества мучных кондитерских изделий с помощью балльных шкал (ГОСТ 31986-2012). Рейтинговая оценка качества кексов проводилась по таким характеристикам, как вкус и запах, состояние поверхности, вид в изломе, структура и форма, которые оценивались от 2 до 5 баллов, где 2 балла – это изделие со значительными дефектами, а 5 баллов – изделие без недостатков. Обработка данных производилась в компьютерной программе Microsoft Excel 2003.

Так как рецептурой кексов «Нежность» предусмотрено их приготовление на химических разрыхлителях, в готовых изделиях определялась щелочность методом титрования (ГОСТ 5898-87). Метод основан на нейтрализации щелочных веществ, содержащихся в навеске, кислотой в присутствии бромтимолового синего до появления желтой окраски. Определение массовой доли влаги в кексах определялось высушиванием навески изделия при температуре 130 °С в течение 40 мин (ГОСТ 5900-73). Определена доля общей золы по ГОСТ 5901-87. Плотность готовых изделий определяли по ГОСТ 15810-2014. Удельный объем кексов определяли по методике, описанной в пособии Л.П. Пащенко, Т.В. Санина [10].

**Результаты исследования и их обсуждение.** На кафедре «Технологии продуктов питания» Государственного аграрного университета Северного Зауралья были разработаны рецептуры приготовления кексов с заменой пшеничной муки на льняную и кексов с заменой куриного яйца на семена льна масличного.

На стадии замеса теста наблюдали положительное влияние замены 15 % пшеничной муки на льняную. Тесто сохраняет характерную густую консистенцию, при этом приобретает более приятный кремовый оттенок. В вариантах с заменой яйца на вязкую массу, образованную семенами льна при замачивании, тесто получилось более крепкое, но рвущееся.

Готовые изделия представлены на рисунке 1.

Согласно проведенной органолептической оценке качества готовых мучных кондитерских изделий, кексам присвоены следующие баллы, которые отображены графически на рисунках 2–4. Контрольный вариант получил по показателю поверхности 4,5 балла. Оценка снизилась на 0,5 баллов вследствие скошенной на бок верхней поверхности. Оставшиеся показатели оценили в 5 баллов (рис. 2). Лучший вариант № 2 (с внесением льняной муки), набравший по всем органолептическим показателям 5 баллов и образующий на диаграмме правильный пятиугольник. Изделия характеризуются сдобным вкусом и характерным ароматом с выраженным ореховым послевкусием. Верхняя поверхность правильная, выпуклая, с наличием явно выраженной боковой поверхности, без пустот, подгорелостей, разрывов и неровностей. При разрезе кексов вид в изломе характеризовался как пропеченный, без комочков и следов непромеса, с равномерной пористостью, без пустот и уплотнений. Структура мягкая, связанная, разрыхленная (рис. 3). В вариантах № 3, 4, 5, 6 (с внесением семян льна) отмечен более сладковатый вкус кексов. В перечисленных вариантах верхняя поверхность получилась плоская, с трещинками и заслужила оценку 3,5 балла, плотную структуру кексов оценили в 3,0 балла (рис. 4).



Рис. 1. Внешний вид контрольного и опытных образцов кексов

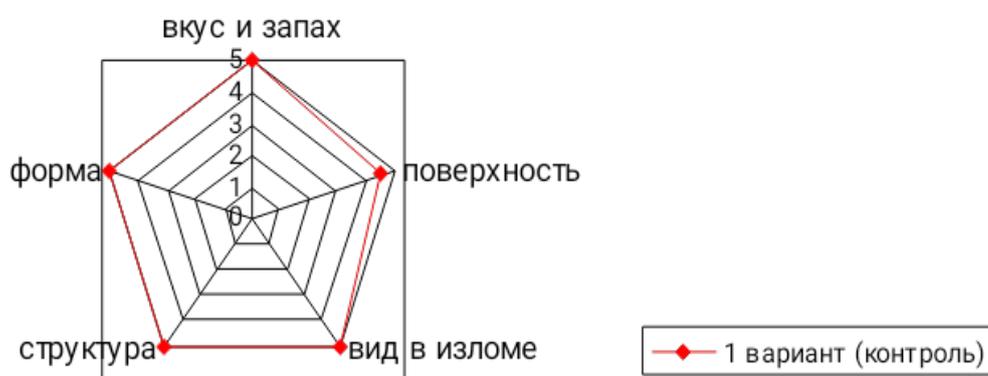


Рис. 2. Лепестковая диаграмма органолептической оценки качества кекса «Нежность»

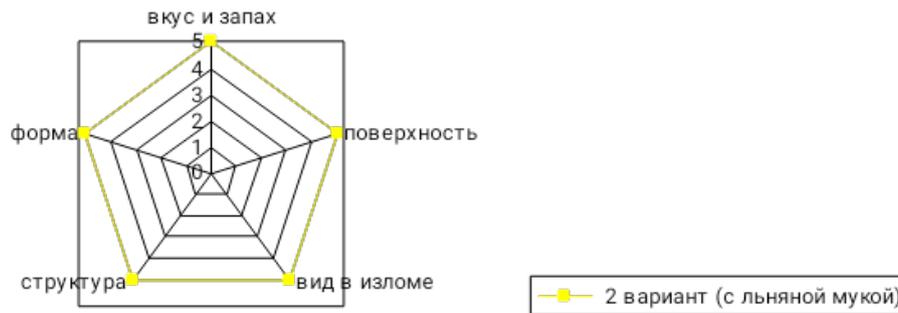


Рис. 3. Лепестковая диаграмма органолептической оценки качества кексов с заменой пшеничной муки на льняную муку

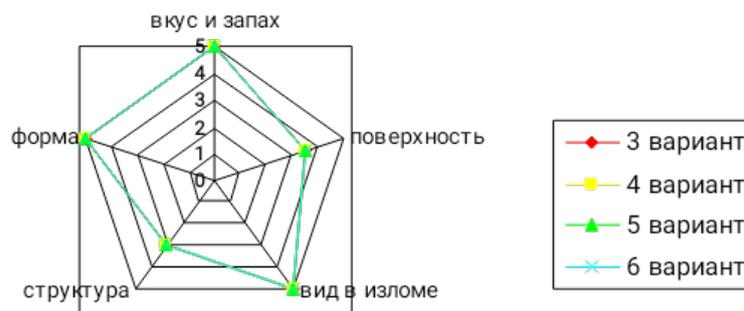


Рис. 4. Лепестковая диаграмма органолептической оценки качества кексов с добавлением семян льна

Полученные образцы кексов анализировали по физико-химическим показателям. Щелочность кексов должна быть не более 2,0 град. В исследованиях показатель щелочности находился в допустимых пределах (0,35–0,90 град.). С внесением семян льна щелочность кондитерских изделий снижается (0,75–0,35 град.), что положительно влияет на поддержание кислотно-щелочного баланса в организме человека.

Полученные экспериментальные данные показывают, что массовая доля влаги в контрольном варианте и с внесением льняной муки составили 32 и 34 % соответственно. Повышение влажности готового изделия с заменой пшеничной муки на льняную обусловлено высоким содержанием жира в льняной муке (в пределах 10 %) по сравнению с пшеничной мукой (до 2 %). Влажность в вариантах № 3, 4, 5, 6 с семенами льна снижается до 24–20 %, что указывает на высокую водопоглощающую способность семян.

Под общей зольностью понимают остаток минеральных веществ, полученный в результате сжигания органических веществ исследуемого продукта. Наше исследование определило содержание общей золы в 1 варианте – 1,19 %; № 2 – 1,61; № 3 – 1,43; № 4 – 1,78; № 5 – 1,76; № 6 – 1,16 %.

Плотность и удельный объем контрольного варианта кекса «Нежность» составили 0,42 г/см<sup>3</sup> и 2,36 см<sup>3</sup>/г соответственно. Плотность и удельный объем кексов с льняной мукой варьируют на уровне контрольного образца и составляют соответственно 0,44 г/см<sup>3</sup> и 2,25 см<sup>3</sup>/г. В ходе исследования выявлены значительные изменения плотности и удельного объема готовых изделий в процессе обогащения кексов семенами льна. В вариантах № 3, 4, 5, 6 наблюдается повышение плотности кексов (0,63–0,73 г/см<sup>3</sup>). С увеличением плотности в данных вариантах снижается удельный объем кексов (до 1,60–1,36 см<sup>3</sup>/г) (табл. 2).

## Физико-химические показатели качества кексов

Показатель	Вариант					
	1	2	3	4	5	6
Щелочность, град.	0,87	0,90	0,75	0,57	0,49	0,35
Влажность, %	32	34	22	24	22	20
Общая зольность, %	1,19	1,61	1,43	1,78	1,76	1,16
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,42	0,44	0,63	0,69	0,70	0,73
Удельный объем, см <sup>3</sup> /г	2,36	2,25	1,60	1,46	1,43	1,36

## Выводы

1. По органолептическим показателям выделился вариант № 2. Изделия с применением льняной муки обладают правильной верхней поверхностью, структура мягкая, связанная, вид в изломе с равномерной пористостью. При разжевывании ощущается ореховое послевкусие.

2. По физико-химическим показателям кексы с использованием льняной муки имели значение щелочности 0,90 %, плотности – 0,44 г/см<sup>3</sup>, влажности – 34 %, которые варьировались на уровне контрольного варианта. Показатель щелочности и плотности находится в пределах допустимых значений по ГОСТ 15810-2014, влажность готовых изделий превышает предельно допустимое значение влажности.

3. В результате данных исследований предложена рецептура кекса с применением льняной муки.

## Литература

1. Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Неменуцкая Л.А. и др. Конкурентноспособные технологии производства продуктов питания: науч. аналит. обзор. – М.: Росинформагротех, 2018. – 152 с.
2. 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.
3. Меренкова С.П., Колотов А.П. Разработка технологии обогащенных мучных кондитерских изделий на основе использования продуктов переработки семян льна масличного // Вестн. ЮУрГУ. Сер. Пищевые и биотехнологии. – 2017. – Т. 5, № 2. – С. 49–59.
4. Хабибуллина Е.А., Марченко Л.В., Снегирева Н.В. Физико-химические показатели пшеничного хлеба с добавлением льняной муки // Научные записки ОрелГИЭТ. – 2018. – № 3 (27). – С. 57–60.
5. Першаков А.Ю., Марченко Л.В., Снегирева Н.В. Физико-химические показатели пшеничного хлеба с добавлением семян льна // Научные записки ОрелГИЭТ. – 2018. – № 4 (28). – С. 49–53.
6. Enzifst L.E., Vveo M.E. Flaxseed (Linseed) fibre – nutritional and culinary uses – a review // Food New Zealand. – 2014. – Issue april/may. – P. 26–28.
7. Сатаева А.О., Першаков А.Ю., Белкина Р.И. Содержание белка и жира в семенах сортов льна масличного в условиях Северного Зауралья // Государственный аграрный университет Северного Зауралья – 2019: сб. мат-лов LIII Междунар. студ. науч.-практ. конф. – Тюмень, 2019. – С. 43–48.
8. Белявская И.Г., Богатырева Т.Г., Степанова А.В. и др. Разработка технологии ржано-льняных хлебобулочных изделий // Хлебопекарное производство – 2014: мат-лы докл. междунар. конф. / Междунар. пром. акад. – М., 2014. – С. 76–79.
9. Зубцов В.А., Миневич И.Э. Биологические и физикохимические основы использования льняной муки для разработки хлебобулочных изделий // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – № 3. – С. 10–13.
10. Пашенко Л.П., Санина Т.В., Столярова Л.И. и др. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий (технология хлебобулочных изделий). – М.: КолосС, 2006. – 215 с.

## Literatura

1. Fedorenko V.F., Mishurov N.P., Nemenushchaya L.A. i dr. Konkurentnosposobnye tekhnologii proizvodstva produktov pitaniya: nauch. analit. obzor. – M.: Rosinformagrotekh, 2018. – 152 s.
2. Gubanenko G.A., Pushkareva E.A., Rechkina E.A. i dr. Razrabotka receptury i ocenka kachestva obogashchennogo keksa // Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv. – 2017. – T. 45, № 2. – S. 34–40.
3. Merenkova S.P., Kolotov A.P. Razrabotka tekhnologii obogashchennyh muchnyh konditerskih izdelij na osnove ispol'zovaniya produktov pererabotki semyan l'na maslichnogo // Vestn. YuUrGU. Ser. Pishchevye i biotekhnologii. – 2017. – T. 5, № 2. – S. 49–59.
4. Habibullina E.A., Marchenko L.V., Snegireva N.V. Fiziko-himicheskie pokazateli pshe-nichnogo hleba s dobavleniem l'nyanoj muki // Nauchnye zapiski OrelGIET. – 2018. – № 3 (27). – S. 57–60.
5. Pershakov A.Yu., Marchenko L.V., Snegireva N.V. Fiziko-himicheskie pokazateli pshe-nichnogo hleba s dobavleniem semyan l'na // Nauchnye zapiski OrelGIET. – 2018. – № 4 (28). – S. 49–53.
6. Enzifst L.E., Bveo M.E. Flaxseed (Linseed) fibre – nutritional and culinary uses – a review // Food New Zealand. – 2014. – Issue april/may. – P. 26–28.
7. 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.
8. Belyavskaya I.G., Bogatyreva T.G., Stepanova A.V. i dr. Razrabotka tekhnologii rzhano-l'nyanyh hlebobulochnyh izdelij // Hlebopekarnoe proizvodstvo – 2014: mat-ly dokl. mezhdunar. konf. / Mezhdunar. prom. akad. – M., 2014. – S. 76–79.
9. Zubcov V.A., Minevich I.E. Biologicheskie i fizikohimicheskie osnovy ispol'zovaniya l'nyanoj muki dlya razrabotki hlebobulochnyh izdelij // Hranenie i pererabotka sel'hoz-syr'ya. – 2011. – № 3. – S. 10–13.
10. Pashchenko L.P., Sanina T.V., Stolyarova L.I. i dr. Praktikum po tekhnologii hleba, konditerskih i makaronnyh izdelij (tekhnologiya hlebobulochnyh izdelij). – M.: KolosS, 2006. – 215 s.

