

Научная статья/Research Article

УДК 633.521:664.66

DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-183-191

Валентин Игоревич Ущачовский^{1✉}, Агата Анатольевна Гончарова²,
Ирина Эдуардовна Миневиц³

^{1,2,3}Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

¹v.uschapovsky@fncl.ru

²a.goncharova@fncl.ru

³i.minevich@fncl.ru

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ВВЕДЕНИЯ ЛЬНЯНОЙ МУКИ НА СВОЙСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Цель исследования – оценка способа введения льняной муки на свойства хлебобулочных изделий для расширения ассортимента хлебобулочной продукции. Задачи – изучить влияние способа введения льняной муки и сравнить технологические показатели готовых хлебобулочных изделий; оценить влияние способа введения льняной муки на органолептические показатели готовых изделий; определить оптимальное количество воды при введении сухой льняной муки. Исследование проводили на базе лаборатории переработки лубяных культур Федерального научного центра лубяных культур в г. Тверь. Объекты исследования – хлебобулочные изделия с льняной мукой. Лабораторную выпечку осуществляли в соответствии с ГОСТ 27669-88. Льняную муку вводили в рецептуру в количестве 15 % взамен пшеничной при варьировании расчетной влажности теста. Добавление осуществляли 2 способами: в виде сухой смеси льняной муки с пшеничной и в виде предварительно гидролизованной льняной муки при соотношении с водой 1:3. Физико-химические показатели определяли стандартными методами анализа. Органолептическая оценка готовых хлебобулочных изделий проводилась согласно ГОСТ 31805-2018 с применением дескрипторного описания по 5-балльной шкале по ГОСТ ISO 13299-2015. Результаты по технологическим показателям, таким как упек 6,8 %, удельный объем 3,1 см³/100 г и формоустойчивость 0,61, были наилучшими у образца, приготовленного с введением в рецептуру сухой льняной муки с фактической влажностью теста 47 %. Данный образец обладал самым большим комплексным показателем – 94,6 баллов. Установлено, что введение гидролизованной льняной муки принципиально не влияло на технологические параметры, в частности на удельный объем, по сравнению с использованием сухой льняной муки.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, мука льняная, мука пшеничная хлебопекарная, рецептуры изделий, органолептическая оценка, технологические показатели

Для цитирования: Ущачовский В.И., Гончарова А.А., Миневиц И.Э. Влияние способа введения льняной муки на свойства хлебобулочных изделий // Вестник КрасГАУ. 2022. № 11. С. 183–191. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-183-191.

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках государственного задания ФГБНУ ФНЦ ЛК (FGSS-2022-0007).

Valentin Igorevich Ushchapovsky^{1✉}, Agata Anatolyevna Goncharova², Irina Eduardovna Minevich³

^{1,2,3}Federal Research Center for Bast Crops, Tver, Russia

¹v.uschapovsky@fncl.ru

²a.goncharova@fncl.ru

³i.minevich@fncl.ru

ADDING FLAX FLOUR METHOD INFLUENCE ON THE BAKERY PRODUCTS PROPERTIES

The purpose of the study is to evaluate the method of introducing flaxseed flour on the properties of bakery products in order to expand the range of bakery products. Tasks – to study the influence of the method of introducing flaxseed flour and compare the technological indicators of finished bakery products; to evaluate the influence of the method of introducing flaxseed flour on the organoleptic characteristics of finished products; to determine the optimal amount of water when introducing dry flaxseed flour. The study was carried out on the basis of the laboratory for the processing of bast crops of the Federal Scientific Center for Bast Crops in Tver. The objects of study are bakery products with flaxseed flour. Laboratory baking was carried out in accordance with GOST 27669-88. Flaxseed flour was introduced into the recipe in an amount of 15 % instead of wheat flour with varying the calculated moisture content of the dough. The addition was carried out in 2 ways: in the form of a dry mixture of flax flour with wheat and in the form of pre-hydrolyzed flax flour at a ratio of 1:3 with water. Physicochemical parameters were determined by standard methods of analysis. The organoleptic evaluation of finished bakery products was carried out according to GOST 31805-2018 using a descriptive description on a 5-point scale according to GOST ISO 13299-2015. The results in terms of technological indicators, such as 6.8 % upek, specific volume 3.1 cm³/100 g and dimensional stability 0.61, were the best for the sample prepared with the introduction of dry flaxseed flour into the recipe with an actual dough moisture content of 47 %. This sample had the highest complex indicator – 94.6 points. It was found that the introduction of hydrolyzed flaxseed flour did not fundamentally affect the technological parameters, in particular, the specific volume, compared with the use of dry flaxseed flour.

Keywords: bakery products, flaxseed flour, baking wheat flour, product formulations, organoleptic evaluation, technological indicators

For citation: Uschapovskii V.I., Goncharova A.A., Minevich I.E. Adding flax flour method influence on the bakery products properties // Bulliten KrasSAU. 2022;(11): 183–191. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-183-191.

Acknowledgments: the work has been supported by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the state task of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Center of the Bast Crops (FGSS-2022-0007).

Введение. Одним из основных продуктов питания населения России являются хлебобулочные изделия. В настоящее время специалистами пищевого производства и учеными ведутся исследования по разработке новых рецептур продуктов питания с введением нетрадиционных видов животного и растительного сырья. Введение добавок позволяет формировать предложение хлебобулочных изделий, в состав которых входят микроэлементы, а также биологически активные добавки, способствующие профилактике ряда заболеваний [1].

Мука из семян льна богата содержанием растительного белка – 20–41 % [2–4], усвояемость которого составляет 74 % [5]. В результате процесса переработки семян льна содержание жира в муке составляет 10–13 % [6, 7]. Льняная мука обладает уникальным химическим составом, что позволяет считать ее полезной для здоровья человека, так как она содержит

витамины группы В и Е, микроэлементы (Zn, Mg, Na, K), антиоксиданты, представленные в виде лигнанов, и полиненасыщенные (ω -3 и ω -6) жирные кислоты [8–10]. Поскольку клейковина пшеничной муки отличается низким содержанием таких незаменимых аминокислот, как лизин, метионин, большое значение имеет обогащение хлеба и хлебобулочных изделий питательными веществами, прежде всего полноценными белками, которые содержатся в льняной муке [11]. Льняная мука, характеризующаяся высоким содержанием белков, липидов и пищевых волокон, является перспективным сырьем в пищевой промышленности [12].

В настоящее время наблюдается рост научного и практического интереса к теме использования продуктов переработки семян льна в рецептурах хлебобулочных изделий [7, 13–15]. Однако в имеющихся публикациях недостаточно данных о способах введения льняной муки,

влияющих на тестообразование и качество готовой продукции.

Различные методы изготовления теста для выпечки хлеба существенно влияют на конечный продукт. Так, авторы работ [13, 16] исследовали разное процентное соотношение льняной муки к пшеничной. По оценке авторов [16], лучшими органолептическими показателями обладали образцы с использованием в рецептуре 15 % льняной муки взамен пшеничной. Помимо исследований процентного содержания добавок известны работы, посвященные виду добавок. Авторы работы [17] изучали влияние измельченных семян льна на реологические свойства хлеба. В результате исследований был сделан вывод о положительном влиянии на физико-химические показатели измельченных семян льна в количестве 8 % от массы пшеничной муки. Однако введение измельченных семян льна более 12 % взамен пшеничной муки в состав изделий способствует изменению привычного вкуса и аромата, которые являются основополагающими характеристиками для потребителей [18, 19]. В производстве хлеба чаще используют цельные семена льна или льняную муку, чем измельченные семена. Общий недостаток использования цельных семян льна в хлебобулочных изделиях заключается в том, что добавки цельных семян льна в хлебобулочные изделия более 5 % снижают уровень технологических показателей. Следует отметить, что способы размягчения оболочки семян льна, которые влияют на показатели качества изделий, достаточно затратны и продолжительны по времени [20].

В данном исследовании на основании анализа источников литературы и предварительных экспериментов принято целесообразным использовать 15 % льняной муки взамен пшеничной.

Цель исследования – оценка способа введения льняной муки на свойства хлебобулочных изделий для расширения ассортимента хлебобулочной продукции.

Задачи: изучить влияние способа введения льняной муки и сравнить технологические показатели готовых хлебобулочных изделий; оценить влияние способа введения льняной муки на органолептические показатели готовых изделий; определить оптимальное количество воды при введении сухой льняной муки.

Объекты и методы. В качестве объектов исследования выступали хлебобулочные изделия с льняной мукой. Для изготовления хлебобулочных изделий использовали сырье, приобретенное в розничной сети, которое соответствует требованиям нормативно-технической документации. В качестве ингредиентов для изготовления хлебобулочных изделий были использованы: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта (ГОСТ 26574), мука льняная полуобезжиренная (ТУ 9146-007-30894443-2014), соль поваренная пищевая (ГОСТ Р 51574-2018), хлебопекарные прессованные дрожжи (ТУ 10.89.13-038-489755583-2018), питьевая вода (ГОСТ Р 51232-98).

Метод лабораторной выпечки осуществляли в соответствии с ГОСТ 27669-88 на базе лаборатории переработки лубяных культур ФГБНУ ФНЦ ЛК. Льняную муку вводили в рецептуру из расчета 15 % взамен пшеничной. Введение льняной муки осуществляли двумя способами: способ 1 – предварительное смешивание сухой льняной муки с пшеничной; способ 2 – проводили предварительную подготовку льняной муки: смешивали с водой в соотношении 1:3. Льняные гидролизаты выдерживали в течение 3 ч при различных температурах: комнатной и 48 °С. Расчетная влажность составляла 52,0 %.

После смешивания всех ингредиентов подготовленное тесто помещали для брожения на 120 мин при температуре 33 °С, в течение которого производили 2 обминки. Производя формовой хлеб, тесто раскладывали в подготовленные формы, смазанные растительным маслом, при изготовлении подового хлеба заготовкам придавали форму шара. Образцы помещали на расстойку в течение 30 мин, температура теста при этом составляла 35 °С. Затем заготовки выпекали в электронной конвекционной печи модели ЕКФ 423 UP в течение 14 мин при температуре 225 °С. Готовые образцы после остывания хранили при температуре 6 °С. Органолептическую оценку готовых хлебобулочных изделий проводили согласно ГОСТ 31805-2018 с применением дескрипторного описания по 5-балльной шкале по ГОСТ ISO 13299-2015. Такие органолептические характеристики, как вкус, запах, поверхность, состояние мякиша и пористость готовых изделий были определены по истечении 24 ч после готовности изделий при

температуре 23 ± 2 °С и относительной влажности воздуха не более 75 %. Комплексный показатель качества представлял собой сумму оценок единичных органолептических показателей с учетом соответствующих коэффициентов весомостей этих показателей.

Влажность изделий определяли в течение 4 сут хранения по ГОСТ 21094-75. Формоустойчивость подового хлеба рассчитывали как отношение его высоты к диаметру (H/D), удельный объем формового хлеба определяли по ГОСТ 27669-88.

Математический анализ данных проводили с использованием пакета программ MS Excel.

Результаты и их обсуждение. Правильная дозировка воды при замесе теста – один из важнейших показателей, влияющих на качество хлебобулочных изделий. Содержание влаги способствует изменению технологических показателей и вкусовых качеств получаемых хлебобулочных изделий.

При использовании сухой льняной муки необходимо учитывать ее высокую влагоудерживающую способность, поэтому расчетную влажность теста варьировали от 46 до 52 % (табл. 1).

Таблица 1

Влажность теста с льняной мукой, %

Влажность теста	Образец						
	Контроль	1	2	3	4	5	6
Расчетная	46,0	46,0	47,0	50,0	52,0	52,0	52,0
Фактическая	43,5	41,0	43,6	47,0	46,3	46,0	47,0

На рисунке 1 представлены мякиши готовых хлебобулочных изделий с использованием указанных выше способов введения льняной муки. В качестве контроля был изготовлен образец (к) без использования льняной муки. Образцы 3 и 6 отличались более рыхлой структурой и более крупными порами, по структуре они были близки

к контрольному образцу (см. рис. 1). Образец 1 имел более плотный мякиш и мелкие поры, вероятно, это связано с недостатком влаги для повышения пористости и рыхлости.

На рисунке 2 представлены технологические показатели хлебобулочных изделий с использованием сухой льняной муки.

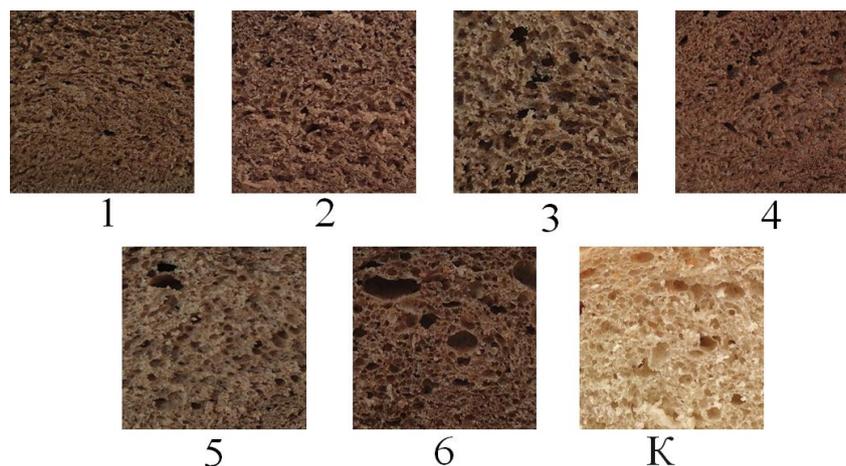


Рис. 1. Мякиш хлебобулочных изделий:

1–4 – с использованием сухой льняной муки (фактическая влажность теста: 1 – 41,0 %; 2 – 43,6; 3 – 47,0; 4 – 46,3 %); 5, 6 – с использованием гидролизованной льняной муки (фактическая влажность теста: 5 – 46,0 %; 6 – 47,0 %), к – контроль (фактическая влажность теста – 43,5 %)

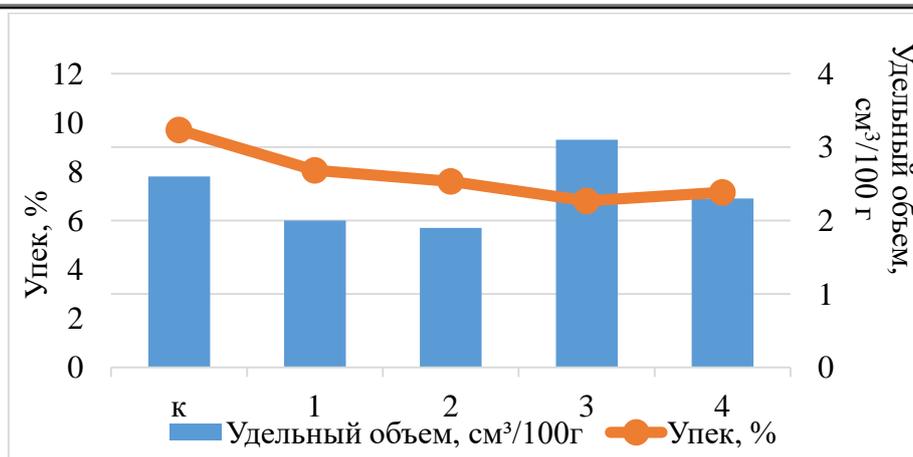


Рис. 2. Технологические показатели хлебобулочных изделий с сухой льняной мукой (фактическая влажность теста: 1 – 41,0 %; 2 – 43,6; 3 – 47,0; 4 – 46,3; 5 – 46,0; 6 – 47,0; к – 43,5 %)

При введении в рецептуру льняной муки упек образцов уменьшался. Вероятно, это связано с наличием некрахмальных полисахаридов в льняной муке, способных впитывать влагу и удерживать ее какое-то время [13]. Показатели упека изделий не превышали установленных норм [21]. Упек считается наибольшей технологической утратой в процессе производства хлебобулочных изделий [22]. Наименьший показатель упека в представленных образцах составил 6,8 % у образца 3, что ближе к нижнему пределу границы

[21] и благоприятно сказывается на выходе готового изделия, так как хлебобулочные изделия незначительно теряют в массе [23]. Максимальным удельным объемом (3,1 см³/100 г) обладал образец 3. Влажность мякиша образца 3 не выходила за пределы допустимых значений (ГОСТ 31807-2012).

Результаты экспериментов по введению гидролизованной льняной муки представлены в таблице 2.

Таблица 2

Технологические показатели хлебобулочных изделий с гидролизованной льняной мукой

Образец	Влажность мякиша, %	Удельный объем, см³/100 г	Упек, %
5	47,3	3,0	8,3
6	50,0	2,4	7,6

Удельный объем образцов с гидролизованной льняной мукой незначительно отличался от аналогичного показателя изделий с вводимой в рецептуру сухой льняной мукой (см. рис. 2). Упек образцов был незначительно выше аналогичных показателей результатов хлебобулочных изде-

лий с сухой льняной мукой. Таким образом, показано, что кратковременный гидролиз льняной муки принципиально не влияет на технологические показатели хлебобулочных изделий.

Общий вид хлебобулочных изделий представлен на рисунке 3.



Рис. 3. Образцы готовых изделий с льняной мукой

Комплексный показатель хлебобулочных изделий представлен на рисунке 4. Наибольшую балльную оценку получил образец 3, при оценке которого был отмечен максимальный балл поверхности изделия. Наименьшее количество

баллов получил образец 1. Образец 1 имел плотный мякиш с мелкой пористостью и слабо выраженный вкус, вероятно, это связано с низким содержанием воды в тесте (41,0 %).

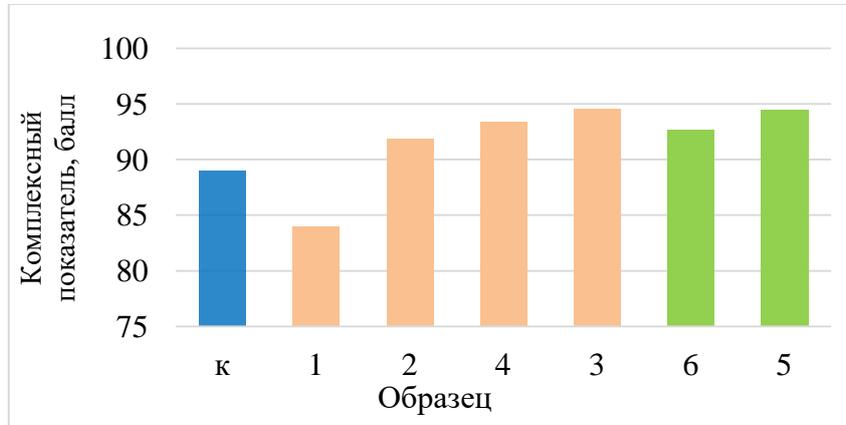


Рис. 4. Комплексный показатель хлебобулочных изделий с льняной мукой (фактическая влажность теста: 1 – 41,0 %; 2 – 43,6; 3 – 47,0; 4 – 46,3; 5 – 46,0; 6 – 47,0; к – 43,5 %)

Потеря влаги мякиша хлебобулочных изделий в процессе хранения 4 сут представлена на рисунке 5. По данным рисунка 5 можно сделать вывод, что изделия с льняной мукой дольше не черствеют, благодаря содержанию пищевых

волокон и белков, обладающих высокими гидрофильными свойствами. Чем выше содержание белка в муке и чем лучше качество клейковины, тем медленнее черствеет хлеб [24].

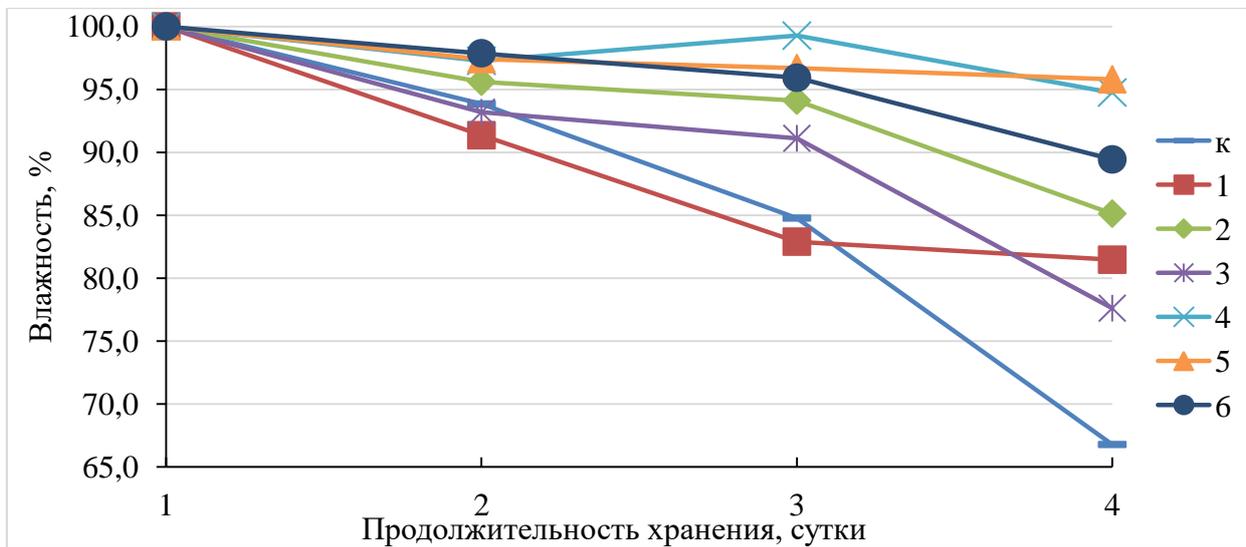


Рис. 5. Потеря влажности образцов при хранении (фактическая влажность теста: 1 – 41,0 %; 2 – 43,6; 3 – 47,0; 4 – 46,3; 5 – 46,0; 6 – 47,0; к – 43,5 %)

Формоустойчивость подовых образцов представлена на рисунке 6. По экспериментальным данным наибольшей формоустойчивостью об-

ладал образец 3, превышающий показатель контроля на 60 %.

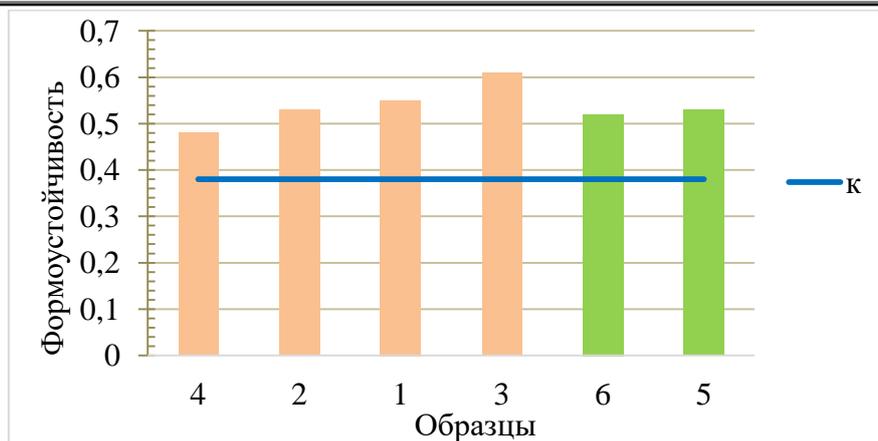


Рис. 6. Формоустойчивость хлебобулочных изделий с льняной мукой (фактическая влажность: 1 – 41,0 %; 2 – 43,6; 3 – 47,0; 4 – 46,3; 5 – 46,0; 6 – 47,0; к – 43,5 %)

Заключение. Проанализировав полученные данные, можно сделать следующие выводы:

– при введении сухой льняной муки и влажности теста не менее 47 % были получены образцы хлеба, обладающие лучшими технологическими показателями: удельный объем 3,1 см³/100 г (контроль – 2,6 см³/100 г), упек – 6,8 % (контроль – 9,7 %), формоустойчивость 0,61 в сравнении с контролем 0,38. Эти же образцы дольше удерживали влажность в течение 4 сут по сравнению с контролем;

– образцы хлеба, полученные с использованием льняной муки, независимо от способа ее введения, характеризовались высокими органолептическими свойствами; при этом максимальным комплексным показателем (94,6 %) обладал образец 3, приготовленный из теста с влажностью 47 %;

– установлено, что фактическая влажность хлебопекарного теста с льняной мукой должна составлять не менее 47 %.

Список источников

1. Балыхин М.Г., Шайлиева М.М., Цыпин А.П. Статистическое исследование потребления хлеба и развития хлебопекарной отрасли России // Продовольственная политика и безопасность. 2021. Т. 8, № 1. С. 97–106.
2. Rheological Properties of Wheat-Flaxseed Composite Flours Assessed by Mixolab and Their Relation to Quality Features. / G.G. Codină [et al.] // J. Foods. 2019. V. 8. P. 1–15.
3. Leterme P., Eastwood L., Patience J. Flaxseed and Flaxseed Meal in Swine Nutrition // Proceedings of the Western Nutrition Conference. 2007. P. 241–252.
4. Тошев А.Д., Кочнева К.А. Совершенствование технологии и расширение ассортимента мучных хлебобулочных изделий с использованием льняной муки // Молодой ученый. 2021. № 6 (348). С. 39–42.
5. Наумова Н.Л., Бец Ю.А. Химический состав и пищевая ценность семян льна и продуктов его переработки // Modern Science. 2020. № 11-4. С. 27–33.
6. Марчевская А.А. Использование льняной муки в хлебопечении // Наука и образование: проблемы, идеи, инновации. 2020. № 5 (29). С. 20–21.
7. Тупсина Н.Н., Селезнева Г.К. Льняная мука как биологически активная пищевая добавка // Вестник КрасГАУ. 2015. № 3. С. 56–59.
8. Karakurt G., Özkaya B., Saka İ., Chemical composition and quality characteristics of cookies enriched with microfluidized flaxseed flour // LWT. 2022. V. 154. P. 1–7.
9. Flaxseed-composition and its health benefits / R. Priy [et al.] // Research in Environment and Life Sciences. 2016. V. 9 (3). P. 310–316.
10. Parikh M., Netticadan T., Pierce G.N. Flaxseed: Its bioactive components and their cardiovascular benefits // Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol. 2018. V. 314 (2). P. 146–159.
11. Киреева Т.В., Гатько Н.Н. Натуральные добавки в технологии хлеба // Известия вузов. Пищевая технология. 2008. № 4. С. 59–61.
12. Kajla P., Sharma A., Sood D.R. Flaxseed – a potential functional food source // Journal of Food Science and Technology. 2015. V. 52. P. 1857–1871.
13. Влияние льняной муки на реологические свойства теста из смеси пшеничной и льняной муки и качество хлеба / С.И. Конева

- [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49, № 1. С. 85–96.
14. Варламова Е.Н. Мука льна в производстве пшеничного хлеба // Инновационные технологии в АПК: теория и практика: сб. ст. X Междунар. науч.-практ. конф. / под науч. ред. А.А. Галиуллина, В.А. Кошеляева, О.А. Тимошкина. Пенза: Пензен. гос. аграр. ун-т, 2022. С. 25–27.
 15. Жукова Ю.С., Маринина А.Ю., Лыбенко Е.С. Проектирование нового вида ржаного хлеба с добавлением льняной муки на основе методики // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2021. № 2. С. 34–42.
 16. Влияние льняной муки на качество хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки / В.А. Чернышова [и др.] // Пищевая промышленность. 2016. № 5. С. 66–69.
 17. Кузнецова Е.А., Мордвинкин С.А. Возможность использования измельченных семян льна при производстве пшеничного хлеба // Научно-агрономический журнал. 2019. № 2 (105). С. 18–20.
 18. Aliani M., Ryland D., Pierce G.N. Effect of Flax Addition on the Flavor Profile and Acceptability of Bagels // Journal of Food Science. 2012. V. 77, № 1. P. 62–70.
 19. Houryieh H., Aramouni H. Effect of flaxseed flour incorporation on the physical properties and consumer acceptability of cereal bars // Food Science and Technology International. 2013. V. 19, № 6. P. 549–556.
 20. Пат. Российская Федерация № 2436375 С1 от 29.03.2010. Способ приготовления хлеба / Лыбенко Е.С., Хлопков А.А.; патентообладатель Вятская гос. с.-х. академия (ФГОУ ВПО Вятская ГСХА) (RU). Заявл. 29.03.2010; опубл. 20.12.2011, Бюл. № 35.
 21. Цыганова Т.Б. Технология и организация производства хлебобулочных изделий: учебник. М: Академия, 2006. 448 с.
 22. Шинкаренко Л.И., Хуртина Л.Я. Внутрехозяйственный контроль на предприятиях хлебопечения // Региональная экономика: теория и практика. 2004. № 9. С. 41–44.
 23. Грязина Ф.И., Венцова А.А. Улучшение биологической ценности пшеничного хлеба // Современные исследования основных направлений технических и общественных наук (секция «Технология продукции и организация общественного питания и товароведения»): сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. / под. ред. И.Т. Насретдинова. Казань: Печать-Сервис-XXI Век, 2017. С. 341–346.
 24. Егушова Е.А., Позднякова О.Г. Технологические аспекты производства хлеба функционального назначения // Достижения науки и техники АПК. 2018. № 12. С. 90–93.

References

1. Balyhin M.G., Shajlieva M.M., Cypin A.P. Statisticheskoe issledovanie potrebleniya hleba i razvitiya hlebopekarnoj otrasli Rossii // Prodoval'stvennaya politika i bezopasnost'. 2021. T. 8, № 1. С. 97-106.
2. Rheological Properties of Wheat-Flaxseed Composite Flours Assessed by Mixolab and Their Relation to Quality Features. / G.G. Codinã [et al.] // J. Foods. 2019. V. 8. P. 1–15.
3. Leterme P., Eastwood L., Patience J. Flaxseed and Flaxseed Meal in Swine Nutrition // Proceedings of the Western Nutrition Conference. 2007. P. 241–252.
4. Toshev A.D., Kochneva K.A. Sovershenstvovanie tehnologii i rasshirenie assortimenta muchnyh hlebobulochnyh izdelij s ispol'zovaniem l'nyanoj muki // Molodoj uchenyj. 2021. № 6 (348). S. 39–42.
5. Naumova N.L., Bec Yu.A. Himicheskij sostav i pischevaya cennost' semyan l'na i produktov ego pererabotki // Modern Science. 2020. № 11-4. S. 27–33.
6. Marchevskaya A.A. Ispol'zovanie l'nyanoj muki v hlebopechenii // Nauka i obrazovanie: problemy, idei, innovacii. 2020. № 5 (29). S. 20–21.
7. Tipsina N.N., Selezneva G.K. L'nyanaya muka kak biologicheski aktivnaya pischevaya dobavka // Vestnik KrasGAU. 2015. № 3. S. 56–59.
8. Karakurt G., Özkaya B., Saka İ., Chemical composition and quality characteristics of cookies enriched with microfluidized flaxseed flour // LWT. 2022. V. 154. P. 1–7.
9. Flaxseed-composition and its health benefits / R. Priy [et al.] // Research in Environment and Life Sciences. 2016. V. 9 (3). P. 310–316.
10. Parikh M., Netticadan T., Pierce G.N. Flaxseed: Its bioactive components and their cardiovascular benefits // Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol. 2018. V. 314 (2). P. 146–159.
11. Kirieva T.V., Gat'ko N.N. Natural'nye dobavki v tehnologii hleba // Izvestiya vuzov. Pischevaya tehnologiya. 2008. № 4. S. 59–61.

12. *Kajla P., Sharma A., Sood D.R.* Flaxseed – a potential functional food source // *Journal of Food Science and Technology*. 2015. V. 52. P. 1857–1871.
13. Vliyanie l'nyanoj muki na reologicheskie svojstva testa iz smesi pshenichnoj i l'nyanoj muki i kachestvo hleba / *S.I. Koneva* [i dr.] // *Tehnika i tehnologiya pischevyh proizvodstv*. 2019. T. 49, № 1. S. 85–96.
14. *Varlamova E.N.* Muka l'na v proizvodstve pshenichnogo hleba // *Innovacionnye tehnologii v APK: teoriya i praktika: sb. st. X Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. / pod nauch. red. A.A. Galiullina, V.A. Koshelyaeva, O.A. Timoshkina*. Penza: Penzen. gos. agrar. un-t, 2022. S. 25–27.
15. *Zhukova Yu.S., Marinina A.Yu., Lybenko E.S.* Proektirovanie novogo vida rzhanogo hleba s dobavleniem l'nyanoj muki na osnove metodiki // *Tehnologii pischevoj i pererabatyvayushej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya*. 2021. № 2. S. 34–42.
16. Vliyanie l'nyanoj muki na kachestvo hlebobulochnyh izdelij iz smesi rzhanoj i pshenichnoj muki / *V.A. Chernyshova* [i dr.] // *Pischevaya promyshlennost'*. 2016. № 5. S. 66–69.
17. *Kuznecova E.A., Mordvinkin S.A.* Vozmozhnost' ispol'zovaniya izmel'chenyh semyan l'na pri proizvodstve pshenichnogo hleba // *Nauchno-agronomicheskij zhurnal*. 2019. № 2 (105). S. 18–20.
18. *Aliani M., Ryland D., Pierce G.N.* Effect of Flax Addition on the Flavor Profile and Acceptability of Bagels // *Journal of Food Science*. 2012. V. 77, № 1. P. 62–70.
19. *Khouryieh H., Aramouni H.* Effect of flaxseed flour incorporation on the physical properties and consumer acceptability of cereal bars // *Food Science and Technology International*. 2013. V. 19, № 6. P. 549–556.
20. Pat. Rossijskaya Federaciya № 2436375 C1 ot 29.03.2010. Sposob prigotovleniya hleba / *Lybenko E.S., Hlopkov A.A.*; patentoobladatel' Vyatskaya gos. s.-h. akademiya (FGOU VPO Vyatskaya GSHA) (RU). Zayavl. 29.03.2010; opubl. 20.12.2011, Byul. № 35.
21. *Cyganova T.B.* Tehnologiya i organizaciya proizvodstva hlebobulochnyh izdelij: uchebnik. M: Akademiya, 2006. 448 s.
22. *Shinkarenko L.I., Hurtina L.Ya.* Vnutrihozyajstvennyj kontrol' na predpriyatiyah hlebopecheniya // *Regional'naya `ekonomika: teoriya i praktika*. 2004. № 9. S. 41–44.
23. *Gryazina F.I., Vencova A.A.* Uluchshenie biologicheskoy cennosti pshenichnogo hleba // *Sovremennye issledovaniya osnovnyh napravlenij tehniceskikh i obschestvennyh nauk (sekcija «Tehnologiya produkcii i organizaciya obschestvennogo pitaniya i tovarovedeniya»): sb. nauch. tr. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. / pod. red. I.T. Nasretdinova*. Kazan': Pechat'-Servis-XXI Vek, 2017. S. 341–346.
24. *Egushova E.A., Pozdnyakova O.G.* Tehnologicheskie aspekty proizvodstva hleba funkcional'nogo naznacheniya // *Dostizheniya nauki i tehniki APK*. 2018. № 12. S. 90–93.

Статья принята к публикации 04.10.2022 / The article accepted for publication 04.10.2022.

Информация об авторах:

Валентин Игоревич Ущачовский¹, младший научный сотрудник лаборатории переработки лубяных культур

Агата Анатольевна Гончарова², младший научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований и клеточной селекции

Ирина Эдуардовна Миневич³, ведущий научный сотрудник лаборатории переработки лубяных культур, кандидат технических наук

Information about the authors:

Valentin Igorevich Ushchapovsky¹, Junior Researcher, Laboratory of Bast Crops Processing

Agata Anatolyevna Goncharova², Junior Researcher, Laboratory of Molecular Genetic Research and Cell Selection

Irina Eduardovna Minevich³, Leading Researcher, Laboratory of Bast Crops Processing, Candidate of Technical Sciences