

T. P. Trotskaya, A. S. Kuchar

TECHNOLOGICAL APPROACHES FOR FOOD FORTIFICATION VITAMIN D

Studied technology known hikes in the production of food enriched with vitamin D, fortification dosage calciferol. The necessity to use enrichment technology in conjunction with vitamin D and other vitamin factors calcium. A model of a food additive (premix) containing calciferol and vitamins C, B2, A, folic acid and calcium.

УДК 664.641

Статья посвящена исследованию характеристик льняной муки как перспективного ингредиента при обогащении сахарного печенья. Показано, что льняная мука обладает высокой пищевой ценностью, которая определяется аминокислотным и жирно-кислотным составом, комплексом макро- и микронутриентов, что позволяет рассматривать возможность использования ее в качестве добавки для обогащения готовых изделий с целью придания им профилактических свойств. Рассматривается химический состав льняной муки в сравнении с пшеничной мукой высшего и первого сорта, органолептическая и физико-химическая оценка качества сахарного печенья, изготовленного по рецептуре с добавлением 20 % льняной муки, пищевая ценность готового изделия.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЬНЯНОЙ МУКИ КАК ПЕРСПЕКТИВНОГО ИНГРИДИЕНТА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ САХАРНОГО ПЕЧЕНЬЯ С ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТЬЮ

**УО «Белорусский государственный экономический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь**

*Л. А. Мельникова, кандидат биологических наук,
доцент кафедры товароведения продовольственных товаров;
Е. Н. Гурновская, магистрант кафедры товароведения продовольственных товаров*

**РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь**

*С. Е. Томашевич, старший научный сотрудник отдела технологий кондитерской
и масложировой продукции*

Формирование рациона здорового питания на основе концепции сбалансированности пищевых веществ диктует необходимость создания продуктов с повышенной пищевой ценностью. Одним из объектов модификации являются хлебобулочные и мучные кондитерские изделия, относящиеся к продуктам регулярного потребления, ассортимент которых в последнее время активно пополняется.

Выпуск мучных кондитерских изделий за 5 лет увеличился почти на 40 %. Значительное место среди данной продукции занимает печенье. Его доля в производстве мучных кондитерских изделий составляет около 35 %. В Беларуси потребление мучных кондитерских изделий в расчете на 1 жителя превышает 9 кг в год, печенья — 4,8 кг в год на человека. При потребности рынка печенья в количестве 27 тыс. тонн объем выпуска отечественных производителей с учетом экспортных поставок покрывают около 80% (21 тыс. тонн).

Печенье — вид мучных кондитерских изделий с большим содержанием сахара-песка и жира, низким содержанием влаги, разнообразной формы. Его изготавливают из муки пшеничной высшего, 1-го и 2-го сортов, а также из муки овсяной с добавлением сахара, жиров, молочных продуктов, ароматизирующих веществ, химических разрыхлителей. Печенье характеризуется достаточно низким или полным отсутствием витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон, поэтому является продуктом, целесообразным для обогащения.

Перспективным сырьем для обогащения считают льняную муку, богатую полноценными белками, пищевыми волокнами, минеральными элементами и витаминами.

Целью работы явилось исследование характеристик льняной муки как перспективного ингредиента для обогащения и разработка на ее основе нового вида сахарного печенья.

Интерес представляет изучение научной информации, касающейся химического состава и пищевой ценности льняной муки.

Аминокислотный состав белков льняной муки аналогичен аминокислотному составу белков сои, которые считаются наиболее питательными протеинами растительного происхождения. Протеинами в льняной муке являются альбумин и глобулин. Они отличаются друг от друга растворимостью. В льняной муке преобладают глобулины высокой молекулярной массы (58—66 %), доля альбуминов в общем объеме белковой составляющей — 20—42 % [1]. По показателю НАК, характеризующему общее содержание незаменимых аминокислот, белки льняной муки обладают высокой биологической ценностью (НАК = 41,1). Значение скорректированного аминокислотного коэффициента усвояемости белков (PDCAAS = 0,95) позволяет говорить о полноценности аминокислотного состава с точки зрения обеспечения суточной нормы потребления белков [2].

Льняная мука богата жирами (13 %), при этом отличается низким содержанием нежелательных в пищевом рационе насыщенных жирных кислот и поэтому весьма ценна. Уникальность льняной муки заключается в высоком содержании в ней α -линоленовой кислоты и линолевой кислоты. Эти полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) выполняют ряд важных биологических функций в организме человека, являются предшественниками длинноцепочечных ПНЖК и входят в состав практически всех клеточных мембран. Баланс двух типов ПНЖК (α -линоленовой и линолевой) важен для гомеостаза и нормального развития организма человека [1].

Пищевые волокна в льняной муке представлены оболочками клеток растения, состоящими из полисахаридов. На клетчатку приходится примерно 28 % сухой массы льняной муки. Содержание растворимых и нерастворимых волокон варьирует обычно в пределах 20:80 — 40:60. Нерастворимая фракция клетчатки состоит из углеводов, таких как целлюлоза, и сложных полимерных соединений, таких как лигнины. Лигнины выполняют роль инкрустирующего вещества, связывающего волокна целлюлозы и гемицеллюлоз. Они обладают связывающими свойствами, что позволяет удерживать на своей поверхности токсины, болезнетворные бактерии, ионы металлов и выводить их из организма человека. На водорастворимую фракцию клетчатки приходится 7—10 % от сухой массы льняной муки. Обе формы клетчатки ценны из-за их физиологического действия (способствуют работе кишечника, уменьшают атеросклероз и липодемические отложения).

В состав льняной муки входят сложные фенольные кислоты, такие как феруловая, транс-синаповая, транс-гумариновая и транс-кофеиновая. Общее содержание фенольных кислот в льняном семени составляет от 7,9 до 10,3 мг/г. Своеобразный горьковатый вкус льняной муке придает гликозид линамарин, расщепляемый глюкозидазой на синильную кислоту, глюкозу и ацетон.

Льняная мука является одним из богатейших источников лигнанов, относящихся к классу фитоэстрогенов, т.е. веществ растительного происхождения, проявляющих эстрогеноподобную активность в организме человека. Кроме того, лигнаны способны подавлять рост и развитие раковых клеток [3].

Содержание витаминов и минеральных веществ в льняной муке представлено в табл. 1.

Таблица 1. Содержание минеральных веществ и витаминов в льняной муке

Минеральное вещество	Содержание минеральных веществ	Витамины	Содержание витаминов
Кальций, мг/100 г	336	Водорастворимые	
Медь, мг/100 г	1	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	0,50
Железо, мг/100 г	5	Тиамин (витамин В1), мг/100 г	0,53
Магний, мг/100 г	431	Рибофлавин (витамин В2), мг/100 г	0,23
Марганец, мг/100 г	3	Ниацин (никотиновая кислота), мг/100 г	3,21
Фосфор, мг/100 г	622	Пиридоксин (витамин В6), мг/100 г	0,61
Калий, мг/100 г	831	Пантотеновая кислота, мг/100 г	0,57
Натрий, мг/100 г	27	Фолиевая кислота, мкг/100 г	112
Цинк, мг/кг	5	Биотин, мкг/100 г	6
Алюминий, мг/кг	3,00	Жирорастворимые	
Барий, мг/кг	2,00	Токоферолы (витамин Е)	
Кадмий, мг/кг	0,25	α-Токоферол, мг/кг	0,55
Хром, мг/кг	1,00	δ-Токоферол, мг/кг	0,45
Кобальт, мг/кг	0,17	γ-Токоферол, мг/кг	29,70
Молибден, мг/кг	0,50		
Никель, мг/кг	1,70		
Свинец, мг/кг	0,25		
Олово, мг/кг	3,00		

Примечание – Источник [1, с. 18].

Как видно из табл. 1, льняная мука богата калием, магнием, фосфором, кальцием и другими микроэлементами. Ценится и витаминный состав льняной муки, который представлен витаминами В₁, В₂, В₆, фолиевой кислотой. Витамин Е представлен в льняной муке преимущественно γ-токоферолом, являющимся сильным природным биоантиоксидантом.

С точки зрения безопасности, использование льняной муки в рецептурах различных изделий не ухудшает гигиенические свойства продукции, так как содержание в ней антиалиментарных веществ, в частности сенильной кислоты при тепловой обработке (при температуре не менее 170 °С) понижается до безопасных значений (на 27 %) [4].

В работе был исследован образец льняной полуобезжиренной муки «Гарнец» производителя ООО «Гарнец», Россия, выработанный по ТУ 9293-010-89751414-10.

По органолептическим показателям льняная мука представляет собой сыпучий порошок коричневого цвета с темными вкраплениями неразрушенных оболочек семени, сладковатая на вкус, с легкой горчинкой и легким травянистым запахом.

Вначале определили влажность исследуемой муки по ГОСТ 9404-88 [5]. Массовая доля влаги льняной муки составила 7,7 %, что значительно меньше установленного для пшеничной муки 15 %-ного значения по СТБ 1666-2006 [7]. Следовательно, в данной муке по влажности не создаются условия для ее самосогревания, плесневения и прогоркания, что подтверждается органолептическими показателями.

Льняная мука обладает высокими водоудерживающими свойствами, ее можно применять в любых рецептурах мучных кондитерских изделий. Использование муки при приготовлении хлебобулочных и кондитерских изделий не нарушает технологический процесс и позволяет скорректировать пищевую ценность изделия [6].

В связи с тем, что планируется использовать льняную муку в качестве замены пшеничной муки при производстве сахарного печенья, нами был проведен анализ химического состава исследуемой льняной муки в сравнении с пшеничной мукой высшего и первого сортов (табл. 2) с применением стандартных гостированных методов определения. В качестве образцов сравнения была выбрана пшеничная «Лидская мука» высшего сорта марки М 54-25 и первого сорта марки М 36-27, ОАО «Лидахлебпродукт», Республика Беларусь, соответствующая требованиям СТБ 1666-2006 [7].

Таблица 2. Химический состав льняной муки «Гарнец» в сравнении с пшеничной мукой «Лидская мука» высшего и первого сорта

Пищевые вещества	Массовая доля в 100 г		
	Вид муки		
	Льняная	Пшеничная высшего сорта	Пшеничная первого сорта
Белки, г	25,0	10,0	10,5
Жиры, г	5,0	1,0	1,3
Сахара, г	2,1	1,9	2,1
Крахмал, г	10,9	69,7	66,6
Пищевые волокна, г	36,7	4,1	5,1
Зола, г	6,79	0,58	0,81

Примечание: Источник — собственная разработка.

Как видно из данных, приведенных в табл. 2, в льняной муке по сравнению с пшеничной мукой высшего и первого сортов в 2,5 раза больше содержание белков, в 5 раз больше жиров, а крахмала в 100 г содержится лишь 10,9 г. Количество пищевых волокон в льняной муке составило 36,7 %, что в 6–8 раз превышает содержание данного компонента в муке пшеничной первого и высшего сортов.

По рассмотренным данным видно, что льняная мука имеет ценный нутриентный состав, поэтому далее разработали сахарное печенье с добавлением льняной муки.

На основе муки высшего сорта «Лидская» марки М 54-25, ОАО «Лидахлебпродукт», Республика Беларусь и исследуемой льняной полуобезжиренной муки «Гарнец», ООО «Гарнец», Россия, была рассчитана рецептура сахарного печенья с внесением льняной муки взамен 20 % пшеничной муки высшего сорта с пересчетом других компонентов рецептуры для ее корректировки по сухим веществам. Для расчета за основу бралась унифицированная рецептура сахарного печенья «Юбилейное».

Рассчитанная рецептура на 150 г готовой продукции представлена в табл. 3.

Таблица 3. Рецептура сахарного печенья с добавлением льняной муки

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 150 г готовой продукции, г	
		В натуре	В сухих веществах
Мука пшеничная, в/с	86,52	74,28	64,27
Мука льняная полуобезжиренная	92,29	18,57	17,3
Крахмал кукурузный	87,00	6,87	5,98
Пудра сахарная	99,85	26,93	26,89
Сироп инвертный	70,00	3,72	2,6
Маргарин	84,00	32,77	27,525
Молоко коровье паст.	11,50	3,39	0,39
Меланж	27,00	4,65	1,26
Пудра ванильная	99,85	0,65	0,649
Соль	96,50	0,60	0,58
Сода питьевая	50,00	0,65	0,325
Углеаммонийная соль	0	0,48	0
Эссенция (лимон)	0	0,186	0
Итого	-	173,746	145,28
Выход	95,5	150	143,25

Примечание: Источник — собственная разработка.

По разработанной рецептуре было выпечено сахарное печенье. Процесс изготовления печенья осуществляли следующим образом: эмульсию готовили из смеси сахарной и ванильной пудры, инвертного сиропа, меланжа, молока, соли, соды, лимонной эссенции маргарина и воды, замешивали в течении 15 минут, за 5 минут до конца замеса вводили углеаммонийную соль; добавили заранее просеянную пшеничную и льняную муку, и крахмал, далее замешивали тесто при $t=21^{\circ}\text{C}$ в течение 10 минут до полного смешивания компонентов; формовка осуществлялась при помощи круглой формы диаметром 60 мм, толщина теста 4—5 мм; выпечка проводилась в лабораторной печи при $t=240^{\circ}\text{C}$ в течение 4,5 минут — оптимальный режим для получения равномерно пропеченного печенья; охлаждение готовых изделий осуществлялось при комнатной температуре в естественных условиях среды.

Изготовление печенья осуществлялось на расчетную влажность 18,5 %, что является оптимальным значением для получения изделий с хорошими пластичными свойствами. Превышение данной влажности будет приводить к расплыванию и липкости тестовых заготовок, затруднению его формования.

Качество готового печенья было исследовано по органолептическим показателям по ГОСТ 24901[8], представленным в табл. 4.

Таблица 4. Органолептическая оценка печенья с добавлением льняной муки

Наименование показателя	Характеристика и норма для сахарного печенья	Фактические данные готового печенья
Форма	Правильная, соответствующая данному наименованию печенья, без вмятин, края печенья должны быть ровными или фигурными.	Форма печенья круглая правильная, без вмятин, с ровными краями.
Поверхность	Гладкая с четким рисунком на лицевой стороне, не подгорелая, без вкраплений крошек.	Поверхность гладкая, не подгорелая, без вкраплений крошек.
Цвет	Свойственный данному наименованию печенья, различных оттенков, равномерный.	Насыщенный песочный цвет, равномерный по всей поверхности.
Вкус и запах	Свойственные данному наименованию печенья, без посторонних запаха и привкуса.	Вкус выраженный, сладковатый, с ярким привкусом льняного семени, насыщенный запах льняного семени, слегка травянистый.
Вид в изломе	Пропеченное печенье с равномерной пористостью, без пустот и следов непромеса.	Пропечено с равномерной пористостью, без пустот и следов непромеса.

Как видно из табл. 4, по органолептическим показателям качество сахарного печенья с добавлением льняной муки соответствует требованиям ГОСТ 24091, вкусовые характеристики печенья улучшены, с привкусом используемой муки, цвет печенья темнее, чем при использовании только пшеничной муки.

Далее были проанализированы физико-химические показатели готового печенья в сравнении с контрольным изделием, изготовленным по той же технологии с использованием только пшеничной муки в/с. Данные представлены в табл. 5.

Таблица 5. Оценка физико-химических показателей готового печенья

Наименование показателя	Норма для печенья по ГОСТ 24901	Фактические данные контрольного образца	Фактические данные исследуемого печенья
Влажность, %	3,0—8,5	6,5	5,3
Щелочность в град., не более	2,0	1,1	0,5
Намокаемость, %, не менее	150	210	198

Значения ГОСТ 24901 приведены для печенья из пшеничной муки в/с и использованы для установления соответствия его требованиям показателей контрольного образца. По данным таблицы 5 видно, что все исследованные физико-химические показатели контрольного образца соответствуют требованиям ГОСТ 24901 и могут быть взяты для сравнения с исследуемым образцом печенья. Для печенья с добавлением льняной муки такие показатели, как влажность и щелочность составляют 5, 3 % и 0, 5 град. соответственно, что ниже показателей контрольного образца, но находятся так же в пределах нормы по ГОСТ 24901 и говорят о возможности более продолжительного хранения печенья. Показатель намокаемости — 198 % на 12% уступает контрольному образцу, что свидетельствует о хорошей пористости исследуемого печенья.

В заключение исследования по справочнику Скурихина И.М. рассчитали пищевую ценность исследуемого сахарного печенья с добавлением льняной муки, учитывая потери пищевых веществ после выпечки и пересчитывая их на массу 100 г.

Так как основными потребителями печенья являются дети различного возраста, согласно Санитарным нормам и правилам «Требование к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь» рассчитали содержание в 100 г исследуемого печенья доли (%) физиологической потребности в сутки. Полученные данные представлены в табл. 6.

Таблица 6. Пищевая ценность исследуемого сахарного печенья и доля в 100 г от нормы физиологической суточной потребности для детей различного возраста

Пищевые вещества	Содержание в 100 г печенья	Степень удовлетворения суточной потребности для детей, %					
		4-6 лет	7-10 лет	11-13 маль- чики	11-13 лет девочки	14 -17 лет мальчики	14-17 лет девочки
Белки, г	8,32	11	9,56	8,15	8,85	7,36	8,49
Жиры, г	17,57	24,7	21,43	18,30	19,74	16,42	19,10
Клетчатка, г	4,59	18,36	18,36	14,81	17,65	12,07	17,65
К, мг	139,15	23,19	15,46	9,28	9,28	5,57	5,57
Са, мг	46,78	5,20	4,25	3,9	3,9	3,9	3,9
Mg, мг	50,16	25,08	20,06	16,72	16,72	12,54	12,54
P, мг	102,44	12,8	9,31	8,54	8,54	8,54	8,54
Fe, мг	1,08	10,8	9	9	7,2	7,2	6
B1, мг	0,105	11,67	9,55	8,08	8,08	7,0	7,0
B2, мг	0,063	6,3	5,25	4,85	4,85	4,2	4,2
PP, мг	0.85	7,73	5,67	4,72	4,72	4,25	4,72

Примечание: Источник — собственная разработка.

Добавление льняной муки способствует обогащению сахарного печенья клетчаткой, магнием, калием и значительному увеличению содержания витаминов и минеральных веществ в сравнении с традиционным продуктом.

На основе представленной информации обоснована целесообразность внесения льняной муки в рецептуру сахарного печенья.

Применение льняной муки при производстве сахарного печенья позволит:

- ♦ повысить пищевую ценность печенья за счет содержания витаминов и минеральных элементов;

- ♦ улучшить физиологическую ценность изделия благодаря способности клетчатки стимулировать перистальтику кишечника и регулировать его моторную функцию, а также благодаря радиопротекторным свойствам данного полисахарида;
- ♦ повысить биологическую ценность, так как льняная мука характеризуется адекватным содержанием незаменимых аминокислот.

На основе рассмотренного материала можно сделать вывод, что использование льняной муки, обладающей оптимальным белковым, витаминным, минеральным составом, позволит расширить ассортимент сахарного печенья, улучшить его функционально-технические и пластические свойства.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зубцов, В. А.* Льняное семя, его состав и свойства / В.А. Зубцов, Л.Л. Осипова, Т.И. Лебедева // Журнал российского научного общества им. Д.И. Менделеева. — 2002. — № 2. — С. 14–16.
2. *Владимирова, Е. Г.* Биохимия зерна, биохимия хлебопечения; биохимия бродильных производств: методические указания к лабораторному практикуму / Е. Г. Владимирова, Г. И. Ушакова, О. П. Кушнарёва. — Оренбург: ОГУ, 2004. — 61 с.
3. *Фомичева, Ю. Ю.* Совершенствование технологии мелкоштучных хлебобулочных изделий / Ю. Ю. Фомичева // Материалы II Международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания». — Саратов, 2008. — С. 146–149.
4. *Рудницкая, Ю. И.* Безопасность использования льняной муки в технологиях кулинарной продукции / Ю. И. Рудницкая, И. П. Березовикова // Техника и технология пищевых производств. — 2012. — №1. — С. 24.
5. Мука и отруби. Метод определения влажности: ГОСТ 9404-88.— Введ. 01.01.1990. — Москва: Стандартинформ, 2007. — 5 с.
6. *Супрунова, И. А.* Мука льняная перспективный источник пищевых волокон для разработки функциональных продуктов / И. А. Супрунова, О. Г. Чижикова, О. Н. Самченко // Техника и технология пищевых производств. — 2010. — №4. — С. 19.
7. Мука пшеничная. Общие технические условия: СТБ 1666-2006.— Введ. 29.08.2006. — Минск: Госстандарт, 2011. — 17 с.
8. 8. Печенье. Общие технические условия: ГОСТ 24901-89.— Введ. 30.06.1990. — Москва: Стандартинформ, 2006. — 11 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 01.08.2016

**L. A. Melnikova, K. N. Hurnouskaya,
S. E. Tomashevich**

THE CHARACTERISTIC OF THE LINEN FLOUR AS PERSPECTIVE INGREDIENT AT MANUFACTURING OF THE SUCAR COOKIE WITH THE RAISED ALIMENTARY VALUE

The article investigates the characteristics of flax meal as a promising ingredient in the enrichment of sugar cookie. It is shown that flax flour has a high nutritional value, which is determined by the amino acid and fatty acid composition, macro- and micronutrient complex, that allows us to consider the possibility of using it as a supplement to enrich the finished products with the aim of giving them preventive properties. We consider the chemical composition of flax flour compared to wheat flour senior and first grade, organoleptic and physico-chemical evaluation of the quality of sugar cookies, made according to a recipe with the addition of 20% flax meal, the nutritional value of the finished product.