

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕМЯН ЛЬНА БЕЛОГО И КОРИЧНЕВОГО ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

К.Н. Нициевская, Г.П. Чекрыга, О.К. Мотовилов

*Проведен анализ (сравнение, синтез, обобщение) литературных данных по химическому составу семян льна и их применение в пищевой и фармацевтической промышленности. Проанализирован процесс измельчения семян льна белого и коричневого по визуальным, осязательным и обонятельным характеристикам – «зернистость», «влажность», «жирность», «клейкость». Рассмотрены изменения семян исследуемых сортов льна в процессе гидратации по показателям – «содержание не гидратированной воды», «появление пены», «выделение слизи» и «вязкость раствора», указывающие на взаимосвязь с химическим составом используемых семян. Проведена сравнительная оценка монокомпонентной муки (рисовой, кукурузной, амарантовой) и муки из семян льна разных сортов для приготовления жареных хлебобулочных изделий. Изучены органолептические показатели образцов опары и готовых изделий. Получены данные о возможности использования семян льна белого и коричневого при получении жареных хлебобулочных изделий.*

*Ключевые слова: лен белый, лен коричневый, текстура, опара, жареное хлебобулочное изделие, гидратация, мука.*

### ВВЕДЕНИЕ

Одним из условий разработки продуктов питания является выбор оптимальных технологических режимов, обеспечивающих получение продукта с необходимыми функциональными свойствами.

Основным направлением развития перерабатывающей отрасли является внедрение ресурсосберегающих технологий в сочетании с принципами пищевой комбинаторики. Это позволяет осуществлять глубокую переработку сырья, обеспечивая население продуктами нового поколения, снижение себестоимости и повышение конкурентоспособности создаваемых продуктов.

Перспективным является поиск растительных гипоаллергенных культур, одним из которых являются семена льна.

В настоящее время семена льна используют в фармацевтической промышленности, как составляющее препаратов [1-3], основное действие которых направлено на улучшение зрения (сетчатки глаза); функции надпочечной железы, щитовидной железы и т.д. Семена льна содержат компоненты, способные предупредить или снизить риск возникновения некоторых видов раковых заболеваний [4-6]. Стебли и листья содержат гликозид линамарин, около 20 фенолкарбоновых кислот. В оболочках семян найдены линокофеин, линоцинамарин, глюкозид линамарин и метиловый эфир Р-окси-р-метилглутаровой кислоты,

водорастворимые пентозаны (слизи), препятствующие всасыванию из кишечника ядовитых веществ, образующихся при инфекционных заболеваниях. Гликозид линамарин, регулирует секреторную и моторную функции кишечника. Семена льна обладают обволакивающим, легким слабительным и противовоспалительным действием. Благодаря своим высокобелковым свойствам семена льна используют в технологии получения хлебобулочных изделий в виде цельных семян [7-11].

Своеобразие химического состава семян льна обусловлено витаминно-минеральным комплексом. Содержание масла колеблется от 30 до 48 %, в состав которого входят глицериды - линоленовая (омега – 3) от 35 до 45 %, линолевая (омега – 6) от 25 до 35 %, олеиновая от 15 до 20 %, пальмитиновая и стеариновая от 8 до 9 % кислоты. Содержание слизей от 5 до 12 %, белка от 18 до 33 %, углеводов от 12 до 26 %, значительное количество макро- и микроэлементов. Витамины представлены (в пересчете на сухое обезжиренное вещество), мг/100 г продукта: тиамин – 8,8; рибофлавин – 0,004; ниацин – 0,101; пантотеновая кислота – 0,031 и холин – 4,9 [5,6,8,9]

Согласно ТР ТС 027/ 2012 [12] продукты на основе семян льны относятся к специализированной группе - диетического лечебного и диетического профилактического питания.

Цель работы: изучение технических показателей семян льна белого и коричневого для применения в пищевой промышленности

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследования являлись семена льна белого (фирмы Биокор), коричневого (фирмы Сибирская масляная компания) пищевых сортов, образцы жареных хлебобулочных изделий.

Методы проведения работы – теоретические (анализ, синтез, обобщение литературных данных) и экспериментальные (физико-химические, органолептические).

Измельчение семян проводили в сухом виде аппаратом, снабженным режущими ножами. Оценивали по показателям: визуально (внешний вид, цвет), осязательно (текстура (консистенция)) и обонятельно (запах).

Исследование текстуры образцов заключалось в анализе показателей по балловой шкале согласно ГОСТ ISO 5492-2014 [13] в таблице 1

Таблица 1 Органолептический профиль текстуры образцов из семян льна

Показатель	5 баллов	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Зернистость	Порошкообразная	Песчанистая	Зернистая	Гранулированная	Грубая комковатая
Влажность	Сухая	Влажная	Мокрая		
Жирность	Маслянистая	Жирная	Салистая		
Клейкость	Рассыпчатая	Рыхлая	Липкая	Клейкая	

Изучение гидратации семян проводили по следующей методике. К семенам льна (в целом и измельченном виде) в количестве 10 г. добавляли воду в количестве 200 мл (температура воды  $80 \pm 2^\circ\text{C}$ ) и выдерживали в течении 30 минут. Затем определяли: влагоемкость целых и измельченных семян, количество негидратированной воды и её свойства: пенообразование, образование слизи, вязкость раствора.

Метод приготовления опары включал замес из измельченных семян льна, муки (рисовой / кукурузной / амарантовой), воды и хлебопекарных дрожжей. Полученные образцы полуфабриката обжаривали до готовности на подсолнечном масле по ГОСТ 1129-93 [14].

Методика исследования органолептических показателей: визуальные (внешний вид: форма, цвет, состояние поверхности, целостность, пропеченность, пористость, структура и цвет мякиша), осязательные (консистенция), обонятельные (запах (аромат)) и вкусовые (вкус) согласно ГОСТ 31751-2012 [15]. Изменения в процессе измельчения, гидратации и при приготовлении жареных хлебобулочных изделий

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Влияние «измельчения семян льна» оценивали по показателям: внешний вид, текстура, запах полученного продукта (таб. 2).

Таблица 2 Характеристика текстуры образцов из семян льна

Показатели текстуры	Семена льна		Показатель в баллах (образец №1/ №2), балл*
	Белый (образец №1)	Коричневый (образец №2)	
Зернистость	Песчанистый	Зернистый, комковатый	4/2
Влажность	Влажная	Мокрая	5/4
Жирность	Маслянистый	Салистый	5/3
Клейкость	Рассыпчатый	Рыхлый, липкий	5/3
Внешний вид	$4,8 \pm 0,3$	$4,5 \pm 0,2$	
Запах	$4,8 \pm 0,2$	$4,3 \pm 0,3$	

Примечание \* $P \geq 0,95$

Оболочка семян белого льна (образец №1) имела более тонкую структуру, чем коричневого, что повлияло на текстуру - песчанистость, зернистость и рассыпчатость полученного образца.

Образец №1 имел – рассыпчатую, влажную и маслянистую текстуру при сдавливании происходило образование комков. Внешний вид был однородным с включениями частиц оболочки от светло-желтого до желтого цвета, запах приятный зерновой.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕМЯН ЛЬНА БЕЛОГО И КОРИЧНЕВОГО ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Образец №2, полученный из семян коричневого льна зернистый с наличием частиц оболочки семян. Внешний вид: был неоднородный с включениями частиц оболочки крупнее основных, цвет от светло-коричневого до коричневого, запах кормовой, маслянистый.

Образец № 2 был липким, клейким, рыхлым с образованием комков при сдавливании (рис. 1). Исследование образцов при гидратации заключалось в анализе показателей – «зернистость», «влажность», «жирность», «клейкость» по балловой шкале (табл.1).

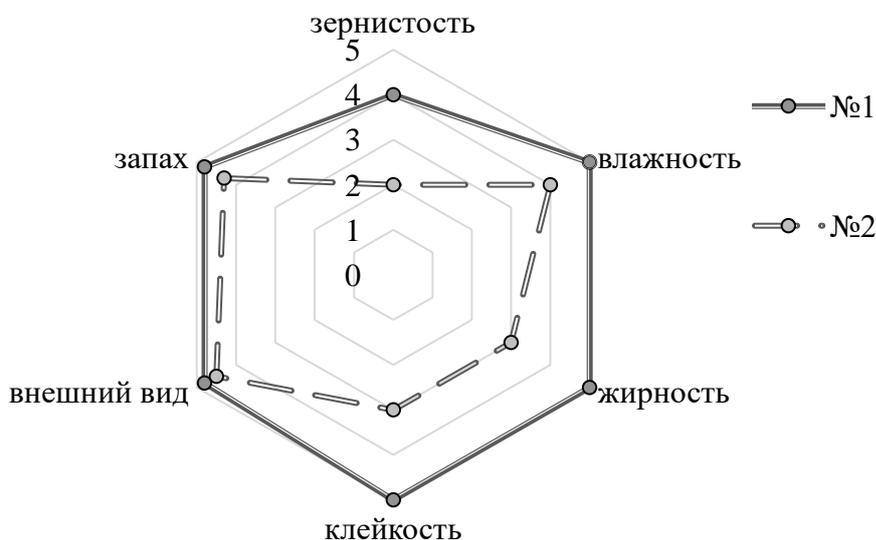


Рисунок 1 - Текстура образцов измельченных семян белого и коричневого льна (балл)

В образцах с использованием цельных семян льна наблюдали образование прозрачной слизи на поверхности воды, незначительное помутнение, маслянистость раствора, вспенивание при перемешивании смеси,

набухание зерен в 3 раза. Результаты остаточного содержания воды свидетельствуют о высокой водосвязывающей способности на молекулярном уровне (табл. 3).

Таблица 3 Характеристика семян льна в процессе гидратации и измельчения

№ п/п	Сорт льна	Гидро модуль семян льна к воде, ед	Кол-во не гидратированной воды, мл	Характеристики не гидратированной воды				
				помутнение	слизевобразование	пенообразование	набухание	вязкость раствора
цельные	Белый (образец №1)	1:20	120	+	+	+	+	+
	Коричневый (образец №2)	1:20	152	+	+	+	+	+
измельченные	Белый (образец №3)	1:20	120	+	-	-	+	-
	Коричневый (образец №4)	1:20	110	+	+	+	+	+

Гидратация образца №1 из семян льна белого. Не гидратированная вода, была белого цвета, происходило растворение белков в водной фракции. Осадок без слизи, но вязкий, что указывает на крахмалистость сорта. Незначительное содержание слизи и отсутствие пенообразования при перемешивании смеси - разрушение околоплодной оболочки и распределение жировых пленок в измельченном виде в продукте. Количество негидратированной воды находилось в пределах 120±3 мл.

Гидратация образца №2 из семян льна коричневого. Выделение слизи на поверхности не гидратированной воды, помутнение и высокая вязкость, вспенивание при перемешивании, набухание зерен в 3 раза. Остаточное содержание негидратированной воды и помутнение раствора свидетельствует о высоком содержании жира и жироподобных соединений в верхних слоях оболочки. Раствор имел вязкий бело-серый цвет. Количество негидратированной воды находилось в пределах 152±3 мл.

Образец №3 из измельченных семян льна белого имел хорошую набухаемость. Имел вязкий зернистый вид с наличием частиц оболочки и слипание частиц по всей массе. Запах приятный, зерновой. Количество негидратированной воды было в пределах 120±2 мл.

Образец №4, полученный из измельченных семян коричневого льна был мутным светло-коричневого цвета за счет пигментов оболочки семян. Масса с частицами оболочки отличалась комковатостью, слипаемостью частиц. Маслянистость оболочки семян затрудняло отделение водной части. Образец имел хорошую набухаемость, текстура кашеобразная с наличием частиц оболочки. Запах масляный. Количество негидратированной воды находилось в пределах 110±3 мл.

Для сравнения жареных хлебобулочных изделий из семян льна белого и коричневого использовали других виды монокомпонентной муки. Разработка рецептуры экспериментальных образцов представлены в табл. 4.

Таблица 4 - Разработка рецептуры

наименование компонентов	образцы рецептур				
	№1	№2	№3	№4	№5
белый лен*	+				
коричневый лен*		+			
рисовая мука			+		
кукурузная мука				+	
семена амаранта*					+
вода	+	+	+	+	+
дрожжи	+	+	+	+	+
Результаты исследований					
опара (подъемность)	средняя	низкая	средняя	высокая	низкая
набухаемость	высокая	высокая	низкая	средняя	низкая
Образцы жареных хлебобулочных изделий					
пропеченность	+	+	-	+	-
пористость	+	+	-	-	-
цвет мякиша	светлый	светло-желтый	светло-желтый	светло-коричневый	коричневый

При приготовлении опары для жареных изделий образцы отличались подъемностью и текстурой готовых изделий. Используемые сорта муки относятся к категории безглютеновой продукции и являются диетическими. Апробированы жареные хлебобулочные изделия, состоящие только из монокомпонентной муки:

— рисовой муки - подъемность опары средняя, набухаемость низкая. При жарке увеличение объема в 3 раза, на срезе пористость, пропеченность, отсутствие специфических запахов и привкусов, цвет мякиша белый;

— кукурузной муки - набухаемость средняя и подъемность опары высокая. При жарке увеличение объема в 2,5 раза, карамелизация поверхности (изменение цвета от желтого до коричневого). На срезе пористость, пропеченность, отсутствие специфических запахов и привкусов, цвет мякиша от светло-желтого до желтого;

— амарантовой муки - подъемность опары низкая, набухаемость средняя. При жарке увеличение объема в 1,3 раза, на срезе незначительная пористость, низкая пропеченность, наличие зернового запаха и вкуса,

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕМЯН ЛЬНА БЕЛОГО И КОРИЧНЕВОГО ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

цвет мякиша от светло-коричневого до коричневого;

— льяной муки (лен коричневый) - набухаемость высокая и подъемность опары низкая. При жарке не отмечено увеличения в объеме изделия, на срезе низкая пропеченность, наличие маслянистого запаха и вкуса, цвет мякиша от коричневого до темно-коричневого;

— льяной муки (лен белый) - набухаемость высокая и подъемность опары средняя. При жарке не отмечено увеличения в объеме изделия, на срезе низкая пропеченность, наличие зернового запаха и вкуса, цвет мякиша от светло-коричневого до коричневого.

Результаты исследований подтвердили, что наилучшими определены образцы из семян льна белого.

### ВЫВОДЫ

Перспективным является использованием семян белого льна для разработки рецептов хлебобулочных изделий и других продуктов на его основе, как диетического лечебного и диетического профилактического питания.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Способ приготовления растительного молока из семян льна // Патент России №2333656. 2008 Бюл. № 26 / Миневич И.Э., Григорьева А.Л.

Способ получения комбинированного молочного-растительного продукта // Патент России №2142716. 1999 / Полянский К.К., Родионова Н.С.

Фитосбор лекарственных растений для комплексной терапии заболеваний печени и желчевыводящих путей // Патент России №2606838. 2017 Бюл. № 1 / Фархутдинов Р.Г., Гильмутдинова Л.Т., Маракаева Е.А.

Краус С., В. Иунихина и др. Хлеб для функционального питания // Хлебопродукты. — 2003. №2. — С.44.

Краснова Н.С., Пуриче Ж.В., Чикала Т.Е. Химический состав, функциональные свойства и перспективы использования соевых белковых продуктов в хлебопечении // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2001. №4. — С.43-44.

Миневич И. Использование семян льна в хлебопечении / И. Миневич, В. Зубцов, Т. Цыганова // Хлебопродукты. — 2008. № 3. — С.38-40

Пашенко Л.П., Коваль Л.А., Пашенко В.Л. Печенье из овсяной муки с применением семян масличного льна // Современные наукоемкие технологии. — 2006. № 6 — С. 54-55.

Пашенко Л.П., Коваль Л.А., Пашенко В.Л. Применение семян масличного льна в мучных кондитерских изделиях // Современные наукоемкие технологии. — 2006. № 6 — С. 95-96.

Пашенко Л.П., Коваль Л.А., Пашенко В.Л. Функциональные свойства семян масличного льна

// Успехи современного естествознания. — 2006. № 10 — С. 98-99

Лекарственный сбор растений для лечения сердечно-сосудистых заболеваний // Патент России №2484843. 2013 Бюл. № 17 / Пехтерев А.К.

Способ получения средства, обладающего иммуномодулирующей активностью // Патент России №2496510. 2013 Бюл. № 30 / Нагаслаева О.В., Хобракова В.Б., Николаева Г.Г., Асеева Т.А., Николаев С.М., Банзаракшеев В.Г.

ТР ТС 027/2012 О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://certtest.ru/ru/perechen-tr-ts.html> (дата обращения 12.03.2018)

ГОСТ ISO 5492-2014 Органолептический анализ. Словарь / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/58300/> (дата обращения 12.03.2018)

ГОСТ 1129-93 Масло подсолнечное. Технические условия / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/44503/> (дата обращения 12.03.2018)

15 ГОСТ 31751-2012 Изделия хлебобулочные жареные. Общие технические условия / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/53535> (дата обращения 12.03.2018)

#### **Ницевская Ксения Николаевна**

*Сибирский научно-исследовательский и технологический институт переработки сельскохозяйственной продукции Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий Российской академии наук, ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, г. Новосибирск, Россия, [aksuta88@bk.ru](mailto:aksuta88@bk.ru)*

#### **Чекрыга Галина Петровна**

*Сибирский научно-исследовательский и технологический институт переработки сельскохозяйственной продукции Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий Российской академии наук, г. Новосибирск, Россия, [GNU\\_ip@ngs.ru](mailto:GNU_ip@ngs.ru)*

#### **Мотовилов Олег Константинович**

*Сибирский научно-исследовательский и технологический институт переработки сельскохозяйственной продукции Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий Российской академии наук, г. Новосибирск, Россия, [GNU\\_ip@ngs.ru](mailto:GNU_ip@ngs.ru)*