

## Влияние продолжительности замачивания семян льна на предел прочности флаксов

|                       |              |                          |
|-----------------------|--------------|--------------------------|
| Елена И. Пономарева   | <sup>1</sup> | elena6815@ya.ru          |
| Светлана И. Лукина    | <sup>1</sup> | lukina.si@yandex.ru      |
| Анастасия В. Одинцова | <sup>1</sup> | anastasia1993_23@mail.ru |
| Анастасия О. Кобзева  | <sup>1</sup> | anastasia1993_23@mail.ru |

<sup>1</sup> Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

**Реферат.** Одним из путей сохранения здоровья людей является употребление в пищу продуктов богатых растительной клетчаткой. Для восполнения недостатка полиненасыщенных жирных кислот, белка, минеральных веществ, пищевых волокон рекомендуется употреблять в пищу семена льна и продукты его переработки. Одним из таких продуктов являются флаксы. Целью работы был рациональный выбор продолжительности замачивания семян, обеспечивающий получение прочных готовых изделий. Установлено, что при гидратации от 10 до 30 мин исследуемый параметр практически не изменялся. После 30 мин замачивания предел прочности изделий увеличивался, а затем снижался. Максимальное значение наблюдалось в образцах, в которых замачивание осуществлялось 40 мин. Вероятно, это связано с тем, что при контакте с водой до 30 мин влага адсорбируется на поверхности семян льна, при этом образуются слизи в небольшом количестве. После 30 мин до 40 мин замачивания гидролизу подвергаются углеводы внутренних слоев оболочки семени и эндосперма. При этом водопоглощаемая способность льна достигает предельного значения. Количество слизи также увеличивается, а после 40 мин замачивания становится избыточным, что приводит к уменьшению значения предела прочности готовых изделий. Следовательно, рациональная продолжительность замачивания семян льна – 40 мин, обеспечивающая максимальную величину исследуемого параметра. Таким образом, флаксы, благодаря способности семян льна при замачивании образовывать слизи и сохранять после высушивания  $\alpha$ -линоленовую кислоту, являются источником полиненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ.

**Ключевые слова:** продолжительность замачивания, флаксы, предел прочности, прибор Строганова

## The influence of flax seeds soaking duration on the flax strength limit

|                         |              |                          |
|-------------------------|--------------|--------------------------|
| Elena I. Ponomareva     | <sup>1</sup> | elena6815@ya.ru          |
| Svetlana I. Lukina      | <sup>1</sup> | lukina.si@yandex.ru      |
| Anastasiya V. Odintsova | <sup>1</sup> | anastasia1993_23@mail.ru |
| Anastasiya O. Kobzeva   | <sup>1</sup> | anastasia1993_23@mail.ru |

<sup>1</sup> Voronezh State University of Engineering Technology Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

**Summary.** One of the ways of preserving the people health is eating foods rich in vegetable fiber. To make up for the lack of polyunsaturated fatty acids, protein, minerals, dietary fiber, it is recommended to eat flax seeds and products of their processing. One of such products are flaxes. The aim of the work was a rational choice of the soaking seeds duration, ensuring the production of strong finished products. It was found out that during hydration from 10 to 30 min the parameter studied did not change greatly. After 30 minutes of soaking, the strength limit of the products increased, and then decreased. The maximum index was observed in samples being soaked for 40 minutes. Probably, this is due to the fact that upon contact with water up to 30 min, moisture is adsorbed on the surface of flax seeds, while mucus is formed in a small amount. After 30 minutes to 40 minutes soaking, the carbohydrates of the inner layers of the seed coat and endosperm are hydrolyzed. At the same time, the water-absorbing capacity of flax reaches a limiting value. The number of mites also increases, and after 40 minutes soaking becomes excessive, which leads to a decrease in the value of the strength limit of finished products. Consequently, the rational flax seeds soaking duration is 40 minutes, which ensures the maximum value of the parameter being investigated. Thus, the flaxes, due to the ability of flax seeds to form mucus in soaking and retain  $\alpha$ -linolenic acid after drying, is a source of polyunsaturated fatty acids, dietary fiber, vitamins, minerals

**Keywords:** flax seeds, soaking duration, flaxes, strength limit, Stroganov's device

### Введение

Основой здорового питания населения является сбалансированность рациона по всем пищевым нутриентам, необходимым для правильной работы организма. За счет процессов технологической обработки, использования

неполноценного по химическому составу сырья организм не получает достаточное количество незаменимых компонентов [4].

Одним из путей сохранения здоровья людей является употребление в пищу продуктов богатых растительной клетчаткой (сюда относят полисахариды – большая группа веществ

Для цитирования

Пономарева Е.И., Лукина С.И., Одинцова А.В., Кобзева А.О. Влияние продолжительности замачивания семян льна на предел прочности флаксов // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 138–142. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-138-142

For citation

Ponomareva E.I., Lukina S.I., Odintsova A.V., Kobzeva A.O. The influence of flax seeds soaking duration on the flax strength limit. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 138–142. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-138-142

разнообразной химической природы, имеющих полимерное строение, полученных из сырья растительного, животного или микробного происхождения), а также витаминами, макро – и микроэлементами [9].

Для восполнения недостатка полиненасыщенных жирных кислот, белка, минеральных веществ, пищевых волокон рекомендуется употреблять в пищу семена льна и продукты его переработки. Одним из таких продуктов являются флаксы (*англ.* лён, льняной) – изделия пониженной влажности, вырабатываемые из семян льна или смеси семян льна с различными видами сырья.

В настоящее время на рынке существует большое количество компаний, занимающихся производством продуктов здорового питания.

Одним из направлений предприятия «Компас Здоровья» (г. Новосибирск) является выработка широкого ассортимента зерновых продуктов, в том числе льняных хлебцев, льняных крекеров или флаксов (название одного и того же продукта) [12]. Алтайская компания ООО «Специалист» (г. Бийск) также на рынке представляет линейку продуктов льняных хлебцев и высококачественных оздоровительных масел.

### Обоснование выбора сырья

Семена льна – это источник нутриентов и биологически активных веществ, благотворно влияющих на организм человека.

Средние значения данных химического состава семян льна по сухим веществам, представленных в разных источниках, приведены в таблице 1 [3, 8, 9].

Таблица 1.

Химический состав семян льна

Table 1.

The chemical composition of flax seeds

| Наименование показателя   Indicator                  | Значение показателя   Value |
|--|-----------------------------|
| Пищевые нутриенты, г/100 г.   Food nutrients g/100 g |                             |
| Белок   Protein                                      | 13,00–15,50                 |
| Жиры   Fats  | 35,00–38,60                 |
| Углеводы   carbohydrates                             | 24,20–27,60                 |
| Пищевые волокна   alimentary fiber                   | 21,00–24,30                 |
| Зола   Ash   | 1,00–2,40                   |
| Минеральные вещества, мг/100 г.   Minerals, mg/100g  |                             |
| Кальций   Calcium                                    | 236,00–255,00               |
| Фосфор   Phosphorus                                  | 622,00–642,00               |
| Магний   Magnesium                                   | 392,00–431,00               |
| Железо   Iron  | 5,00–5,73                   |
| Цинк   Zinc  | 4,34–5,00                   |
| Медь   Copper  | 1,00–1,22                   |
| Марганец   Manganese                                 | 2,48–3,00                   |
| Калий   Potassium                                    | 813,00–831,00               |
| Натрий   Sodium                                      | 27,00–30,00                 |
| Витамины, мг/100 г.   Vitamins mg/100 g              |                             |
| Витамин B1   Vitamin B1                              | 0,53–1,64                   |
| Витамин B2   Vitamin B2                              | 0,16–0,23                   |
| Витамин B3   Vitamin B3                              | 2,95–3,21                   |
| Витамин B4   Vitamin B4                              | 75,3–78,7                   |
| Витамин B5   Vitamin B5                              | 0,75–0,99                   |
| Витамин B6   Vitamin B6                              | 0,47–0,61                   |
| Витамин B7   Vitamin B7                              | 0,09–0,11                   |
| Витамин B9   Vitamin B9                              | 0,07–0,09                   |
| Витамин C   vitamin C                                | 0,50–0,60                   |
| Витамин PP   vitamin PP                              | 2,87–3,08                   |
| Токоферолы (Витамин E)   Tocopherol (vitamin E)      |                             |
| α-Токоферол   α-Tocopherol                           | 0,55–0,88                   |
| δ-Токоферол   δ-tocopherol                           | 0,24–0,45                   |
| β-Токоферол   β-tocopherol                           | 0,01–2,42                   |
| γ-Токоферол   γ-tocopherol                           | 19,9–29,7                   |

Белки семян льна содержат восемь незаменимых аминокислот и лучше сбалансированы по аминокислотному составу по сравнению с белками других масличных культур. По данным бальной оценки Всероссийского научно-исследовательского института механизации льноводства пищевая ценность белка из семян льна составляет 92 единицы [10].

Уникальность льняного семени заключается в высоком содержании полиненасыщенной  $\alpha$ -линоленовой (Омега-3) и линолевой (Омега-6) кислот – незаменимыми жирными кислотами в рационе человека. Баланс этих кислот важен для гомеостаза и нормального развития человека. Омега-3 участвует в регенерации сосудистой системы, снижает уровень холестерина в крови, препятствует воспалительным процессам, обладает сосудорасширяющими свойствами и оказывает антистрессовое и антиритмическое действие [3]. Положительным также является то, что при воздействии на семена льна высокой температуры (до 200 °С)  $\alpha$ -линоленовая кислота не разрушается [6].

Омега-6 регулирует жировой и белковый обмен, способствует нейтрализации насыщенных жиров, защищает клетки от преждевременного старения, улучшает функции нервной системы, повышает усвояемость жирорастворимых витаминов и витаминов группы В.

Семена льна богаты пищевыми волокнами, благотворно влияющими на организм: стимулируют моторику кишечника, выводят чужеродные вещества, снижают уровень сахара в крови. Разнообразный химический состав и коллоидно-химические свойства пищевых волокон семян льна позволяют предполагать, что некрахмалистые полисахариды льна являются эффективными энтеросорбентами, способными снижать содержания холестерина липопротеидов низкой плотности, а также пребиотиками, стимулирующими жирные кислоты в кишечнике [10].

В состав льна входят лигнаны – растительные соединения полифенольной природы. Они способны замещать действие эстрогена, предотвращать возникновение раковых опухолей и блокировать размножение пораженных клеток, предупредить действию ферментов, участвующих в процессе развития рака. Эти вещества – мощные антиоксиданты, препятствующие поражению клеток свободными радикалами и замедляющие процесс старения.

Семена льна отличаются довольно значительным содержанием макро- и микроэлементов.

Кальций, магний, калий поддерживают нормальный уровень кровяного давления, оказывают благотворное влияние на работу сердца.

Фосфор способствует поддержанию кислотно-щелочного равновесия, улучшает усвоение глюкозы. В состав семян также входят большое количество витаминов группы В, отвечающие за тонус мышц и работу нервной системы. Аскорбиновая кислота способствует повышению иммунитета и укреплению кровеносных сосудов.

Одним из важных биологически активных компонентов в льняном семени является токоферол, который также называют витамином размножения, потому что он благотворно влияет на работу половых желез. Он является природным антиоксидантом, препятствует окислению витамина А и благотворно влияет на его накопление в печени, способствует усвоению жиров и белков. Установлено, что 100 г. семени льна может удовлетворить суточную потребность организма человека в витамине Е [2].

Особенностью углеводов семян льна является содержание в нем водорастворимых полисахаридов – слизи, выполняющих функцию резерва и служащих накопителем воды, чтобы защитить семя от обезвоживания. Они активно используются в медицине в качестве обволакивающего и слабительного средства, а также проявляют иммунозащитные и радиопротекторные свойства.

### **Определение прочности флаксов**

Одной из стадий производства флаксов является замачивание в воде семян льна. При этом выделяются слизи, способствующие образованию вязкой массы, из которой формуют заготовки для флаксов.

**Целью работы** был рациональный выбор продолжительности замачивания семян, обеспечивающий получение прочных готовых изделий.

Для этого семена льна замачивали в воде с температурой 20–22 °С в соотношении гидро-модуля 1:1,5 от 10 до 50 мин. Затем формовали заготовки и выдерживали в сушильном шкафу. В готовых изделиях определяли предел прочности на приборе Строгонова [5].

Установлено, что при гидратации от 10 до 30 мин исследуемый параметр практически не изменялся. После 30 мин замачивания предел прочности изделий увеличивался, а затем снижался. Максимальное значение наблюдалось в образцах, в которых замачивание осуществлялось 40 мин (рисунок 1).

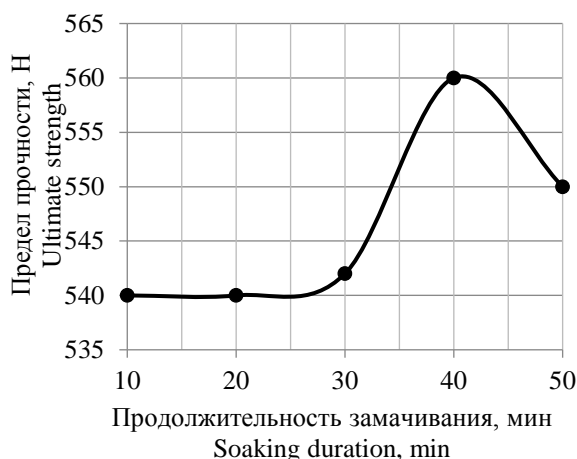


Рисунок 1. Зависимость предела прочности флаксов от продолжительности замачивания

Figure 1. Dependence of strength of phloxes on soaking duration

Вероятно, это связано с тем, что при контакте с водой до 30 мин влага адсорбируется на поверхности семян льна, при этом образуются слизи в небольшом количестве. После 30 мин до 40 мин замачивания гидролизу подвергаются углеводы внутренних слоев оболочки семени и эндосперма. При этом водопоглатительная способность льна достигает предельного значения. Количество слизи также увеличивается, а после 40 мин замачивания становится избыточным, что приводит к уменьшению значения предела прочности готовых изделий.

Следовательно, рациональная продолжительность замачивания семян льна – 40 мин,

обеспечивающая максимальную величину исследуемого параметра. Внешний вид полученных изделий представлен на рисунке 2.



Рисунок 2. Флаксы из семян льна

Figure 1. Flaxes from flax seeds

### Заключение

Флаксы, благодаря способности семян льна при замачивании образовывать слизи и сохранять после высушивания  $\alpha$ -линоленовую кислоту, являются источником полиненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ. Флаксы рекомендуется употреблять людям, постоянно испытывающим тяжелые умственные нагрузки, применять для питания диабетиков, а также лицам, страдающим непереносимостью глютена или хроническими заболеваниями кишечника. Низкая влажность продукта позволяет длительное время сохранять его свойства. Флаксы – вкусная и полезная альтернатива чипсам и сухарикам. Употребление их в пищу улучшает настроение, активизирует работу мозга и несет максимальную пользу для здоровья.

### ЛИТЕРАТУРА

1 Functional Foods: Their Roll in Disease Prevention and Health Promotion. URL: <http://www.nutriwatch.org/04Foods/ff.html> (дата обращения: 24.02.2017).

2 Gerstenmeyer E., Reimer S., Berghfer E., Schwartz H., Sontag G. Effect of thermal heating on some lignans in flax seeds, sesame seeds and rye. 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.117>

3 M. Rubilar, C. Gutierrez, M. Verdugo, C. Shene, J. Sineiro. Flaxseed As A Source of Functional Ingredients. 2010. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162010000100010>

4 Singh K.K., Mridula P., Jagbir Rehal & P. Barnwal. Flaxseed: A Potential Source of Food, Feed and Fiber. Critikal Reviews in Food Science and Nutrition. 2011 <http://dx.doi.org/10.1080/1048390903537241>

5 US 20060088641 A1 Method for mass producing whole-seed cracker / Brian Wendel, Josch Wendel, Skip Latimer, Thomas Krasomil, Stephen Vogel. US 11/218,306, опублик. 27.04.2006.

6 Белецкая Н.М., Удалова Л.П., Пашенцева Л.П. Инновационные направления развития рынка хлебоулучшителей // Вестник Белгородского университета кооперации экономики и права. 2016. № 2 (58). С. 63–69.

7 Зеленцов С.В., Мошненко Е.В. Количественная и качественная оценка слизи семян масличных сортов льна LINUM USITATISSIMUM L. // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2012. С. 151–152.

8 Пат. РФ № 2443766 Способ обработки семян льна / Кошелев Ю.Н., Черхуха Б.А., Кулешова Н.И., Баташов Е.С. Опубл. 27.02.2012.

9 Пат. РФ № 2583075 Способ получения льняных крекеров / Прилепов А.Н., Лыткин Д.В., Цуркан А.П. Опубл. 10.05.2016

10 Султаева Н.Л., Перминова В.С. Исследование свойств семян льна и разработка на их основе технологии хлебоулучшителей // Интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. № 1. С. 1–15.

11 Кретьова Ю.И. Совершенствование технологии обработки зернового сырья в процессе солодоращения // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2015. Т. 3. № 2. С. 27–32.

## REFERENCES

1 Functional Foods: Their Roll in Disease Prevention and Health Promotion. URL: <http://www.nutri-watch.org/04Foods/ff.html> (accessed at: 24.02.2017).

2 Gerstenmeyer E., Reimer S., Berghfer E., Schwartz H., Sontag G. Effect of thermal heating on some lignans in flax seeds, sesame seeds and rye. 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.117>

3 M. Rubilar, C. Gutierrez, M. Verdugo, C. Shene, J. Sineiro. Flaxseed As A Source of Functional Ingredients. 2010. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162010000100010>

4 Singh K.K., Mridula P., Jagbir Rehal & P. Barnwal. Flaxseed: A Potential Source of Food, Feed and Fiber. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2011. <http://dx.doi.org/10.1080/1048390903537241>

5 US 20060088641 A1 Method for mass producing whole-seed cracker, Brian Wendel, Josch Wendel, Skip Latimer, Thomas Krasomil, Stephen Vogel. US 11/218,306, 27.04.2006.

6 Beletskaya N.M., Udalova L.P., Pashentseva L.P. Innovative directions of development of the market of bakery products. *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperatsii ekonomiki i prava* [Proceedings of Belgorod University of cooperation Economics and law]. 2016. no. 2 (58). pp. 63–69. (in Russian).

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Елена И. Пономарева** д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, [elena6815@ya.ru](mailto:elena6815@ya.ru)

**Светлана И. Лукина** к.т.н., доцент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, [lukina.si@yandex.ru](mailto:lukina.si@yandex.ru)

**Анастасия В. Одинцова** магистрант, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, [anastasia1993\\_23@mail.ru](mailto:anastasia1993_23@mail.ru)

**Анастасия О. Кобзева** студент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, [anastasia1993\\_23@mail.ru](mailto:anastasia1993_23@mail.ru)

## КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

**Елена И. Пономарева** предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

**Светлана И. Лукина** консультация в ходе исследования

**Анастасия В. Одинцова** написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

**Анастасия О. Кобзева** обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 26.02.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.03.2017

7 Zelentsov S.V., Moshnenko E.V. Quantitative and qualitative assessment of mucus oilseed varieties of flax *LINUM USITATISSIMUM* L.. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskii byulleten' Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur* [Oilseeds. Scientific and technical Bulletin all-Russian research Institute of oil crops]. 2012. pp. 151-152. (in Russian).

8 Koshelev Yu.N., Cherkhukha B.A., Kuleshova N.I., Batashov E.S. Sposob obrabotki semyan l'na [The method of processing flax seed]. Patent RF, no. 2443766. Publ. 27.02.2012

9 Prilepov A.N., Lytkin D.V., Tsurkan A.P. Sposob polucheniya l'nyanykh krekerov [A method of producing flax crackers]. Patent RF, no.2583075. Publ. 10.05.2016

10 Sultaeva N.L., Perminova V.S. Study of properties of flax seed and development on their basis of technology of bakery products. *Internet-zhurnal Naukovedenie* [The Internet journal of the sociology of Science]. 2015. vol. 7. no. 1. pp. 1–15. (in Russian).

11 Kretova Yu.I. Improvement of technology of processing of grain raw materials in the process of malting. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pishchevye i biotekhnologii* [Bulletin of the South Ural state University. Series: Food and biotechnology]. 2015. vol. 3. no. 2. pp. 27–32. (in Russian).

## INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Elena I. Ponomareva** Ds. Sci., professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, [elena6815@ya.ru](mailto:elena6815@ya.ru)

**Svetlana I. Lukina** candidate of technical sciences, docent, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, [lukina.si@yandex.ru](mailto:lukina.si@yandex.ru)

**Anastasiya V. Odintsova** master student, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, [anastasia1993\\_23@mail.ru](mailto:anastasia1993_23@mail.ru)

**Anastasiya O. Kobzeva** student, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, [anastasia1993\\_23@mail.ru](mailto:anastasia1993_23@mail.ru)

## CONTRIBUTION

**Elena I. Ponomareva** proposed a scheme of the experiment and organized production trials

**Svetlana I. Lukina** consultation during the study

**Anastasiya V. Odintsova** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

**Anastasiya O. Kobzeva** review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

## CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 2.26.2017

ACCEPTED 3.17.2017