

УДК 664.778

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-134-136>

Оригинальное исследование/Original research

**Миневич И.Э.,
Ущাপовский И.В.***ФГБНУ Федеральный научный центр лубяных культур 170041, г. Тверь, Комсомольский пр-т, д. 17/56. E-mail: irina_minevich@mail.ru***Ключевые слова:** масличные семена, ИК-облучение, микронизация, биологическая ценность, белки, белковые фракции**Для цитирования:** Миневич И.Э., Ущапковский И.В. Влияние ИК-облучения на биологическую ценность семян льна. *Аграрная наука.* 2020; 343 (11): 134–136.<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-134-136>**Конфликт интересов отсутствует****Irina E. Minevich,
Igor V. Uschapovsky***Federal Research Center for Bust Fiber Crops 17/56, Komsomolsky ave., Tver, 170041, Russia***Key words:** oil seeds, IR irradiation, micronization, biological value, proteins, protein fractions**For citation:** Minevich I.E., Uschapovsky I.V. Influence of IR radiation on the biological value of flax seeds. *Agrarian Science.* 2020; 343 (11): 134–136. (In Russ.)<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-134-136>**There is no conflict of interests**

Влияние ИК-облучения на биологическую ценность семян льна

РЕЗЮМЕ

Актуальность и методы. Расширяющийся спрос на семена льна как на биологически активный продукт объясняется популяризацией продуктов здорового питания и здорового образа жизни. В связи с этим повышаются требования к пищевой безопасности биологически активного сырья. Термическая обработка растительного сырья эффективна для устранения факторов, снижающих его питательную и биологическую ценность. Термообработка семян льна методом инфракрасного облучения является перспективным направлением стабилизации их компонентного состава. Известно, что кратковременная высокотемпературная обработка сырья под действием ИК-лучей (микронизация) повышает микробиологическую чистоту сырья. Однако как при этом меняется биологическая ценность – сведений недостаточно. Целью настоящего исследования явилось изучение влияния процесса микронизации на биологическую ценность семян льна.

Результаты. Установлено, что ИК-обработка практически не влияла на общее содержание белка. Увеличение содержания сырого жира в микронизированных семенах льна объясняется переходом фосфолипидов в извлекаемые липиды. Сравнительный анализ белкового комплекса семян льна до и после микронизации показал изменение соотношения белковых фракций: содержание водорастворимой фракции (альбуминов) уменьшилось практически в 4 раза, значительно увеличилось содержание глютелинов – щелочерастворимой фракции, также незначительно увеличилось содержание глобулинов, часть белков (~ 20%) перешла в нерастворимый остаток. При сравнении изменений в соотношении белковых фракций в семенах льна, происходящих при невысокой температуре «холодного» прессования и кратковременной высокотемпературной обработке под действием ИК-облучения, была показана адекватность конечных результатов. Изменения в соотношении белковых фракций, происходящие при этих технологических операциях, аналогичны. Это позволяет сделать вывод, что под действием кратковременной высокотемпературной ИК-обработки происходит мягкая денатурация белка, что повышает переваримость белка.

Influence of IR radiation on the biological value of flax seeds

ABSTRACT

Relevance. The growing demand for flax seeds as a biologically active food component is explained by the rising interest to the healthy lifestyle. In this regard, the requirements for food safety of biologically active raw materials are increasing. Heat treatment of plant materials is an effective method for the eliminating of factors that reduce nutritional and biological value food components. Thermal treatment of flax seeds with infra-red irradiation (IR) is a promising direction for the stabilizing of seeds component composition. Short-term high-temperature treatment of raw materials under the influence of IR (micronization) increases the microbiological purity of raw materials. However, there is not enough information about how the biological value parameters changing. The aim of this study was to study the effect of the micronization process on the biological value of flax seeds.

Results. Total protein content of tested flax seeds did not changed after applying of IR treatment. The increase in the content of crude oil in micronized flax seeds is explained by the conversion of phospholipids into extractable lipids. A comparative analysis of the protein complex of flax seeds before and after micronization showed a change in the ratio of protein fractions: the content of the water-soluble fraction (albumin) decreased in four-times, the content of glutens, an alkali-soluble fraction, increased significantly, the content of globulins slightly increased. Around 20% of proteins passed into an insoluble residue. The adequacy of the final results of the low temperature cold-pressing and the short-term high-temperature treatment with IR radiation in the ratio of protein fractions in flax seeds was shown. Changes in the ratio of protein fractions occurring during these technological operations are similar. It was concluded that under the influence of short-term high-temperature IR-treatment the soft denaturation of the proteins is occurred. That effect of micronization on flax seed increases the protein digestibility.

Поступила: 23 сентября
После доработки: 17 ноября
Принята к публикации: 10 сентября

Received: 23 September
Revised: 17 November
Accepted: 10 september

В настоящее время безопасность пищевого сырья и продукции является одним из важнейших трендов функционирования и развития пищевой промышленности. Тепловая обработка считается универсальным способом сохранения пищевой продукции. Инфракрасное (ИК) излучение нашло широкое применение пищевой промышленности. Процесс быстрого нагрева растительного сырья в потоке инфракрасного излучения называется высокотемпературной микронизацией (VTM). Микронизация характеризуется кратковременностью и высокой скоростью нагрева, что позволяет свести к минимуму гидролитические процессы, окислительный распад липидов, и тем самым стабилизировать качество сырья, в том числе и масличного, повысить микробиологическую чистоту и увеличить сроки его безопасного хранения.

Семена льна обеспечивают организм основными питательными веществами и приносят пользу здоровью в виде профилактики ряда заболеваний. Они богаты эссенциальными полиненасыщенными жирными кислотами, пищевыми волокнами, белком, содержащим все незаменимые для человеческого организма аминокислоты, полипептидами и лигнанами, относящимися к классу фитоэстрогенов, которые поддерживают важнейшие физиологические функции организма человека. В настоящее время семена льна стали привлекать большое внимание исследователей и практиков в связи с ростом мирового рынка продуктов здорового питания и популяризации здорового образа жизни. При использовании их в пищевых технологиях большое значение имеет сохранение эссенциальных ингредиентов. В частности, большой практический интерес представляет изменение белкового комплекса сырья при влажно-тепловой обработке.

ИК-обработка пока не нашла широкого применения при переработке семян льна. Это связано, в частности, с тем, что нет широких исследований по влиянию этого процесса на основные пищевые компоненты, обеспечивающие высокие органолептические качества продукта.

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния процесса микронизации на биологическую ценность семян льна.

Материалы и методы

В качестве объекта исследования использовали промышленные семена льна масличных сортов, соответствующие требованиям ГОСТ 10582. Микронизированные семена льна получали по разработанной нами технологии, которая сочетает предварительное увлажнение сырья методом пропаривания с последующей ИК-обработкой [1]. В процессе микронизации подготовленные семена льна обрабатывали ИК-облучением при температуре 120 °С в течение 80–90 сек.

Источником ИК-облучения служил нагревательный элемент PFQE. PFQE — полностью кварцевый элемент (Pillar Full Quartz Elements). Мощность — 1000 Вт. Кварцевые инфракрасные элементы излучают волны в диапазоне 1,5–9 мкм.

Влияние высокотемпературной обработки оценивали по изменению общего содержания белка и отдельных белковых фракций в семенах льна. Определение общего азота и белка в объектах исследования проводили методом Кьельдаля по ГОСТ 13496.4-93. Фракционный состав белков семян льна проводили по методике, приведенной в [2]. Также определяли содержание сырого жира основным стандартным методом по ГОСТ 27670-88. Анализы проводили в 3-кратной повторности.

Результаты исследований

Известно, что тепловая обработка, прежде всего, отражается на состоянии белков и липидов. В таблице представлены данные по определению общего белка и жира в исходных и микронизированных семенах льна.

Как следует из представленных данных, высокотемпературная кратковременная обработка практически не влияла на общее содержание белка. Следует отметить, что под действием ИК нагрева содержание протеина не менялось и при обработке других культур: риса, пшеницы, ячменя [3, 4]. При ИК-обработке семян льна повышение температуры нагрева до 110 °С приводило к увеличению содержания сырого жира. Это объясня-

Таблица 1. Характеристика семян льна

Table 1. Flax seed characteristics

Семена льна	Содержание общего азота, %	Содержание общего белка, %	Содержание жира, %
Исходные	3,50 ± 0,15	21,88 ± 1,09	44,54 ± 2,23
Микронизированные	3,33 ± 0,14	20,80 ± 1,04	49,00 ± 2,45

Рис. 1. Соотношение белковых фракций в исходных и микронизированных семенах льна

Fig. 1. The ratio of protein fractions in the original and micronized flax seeds

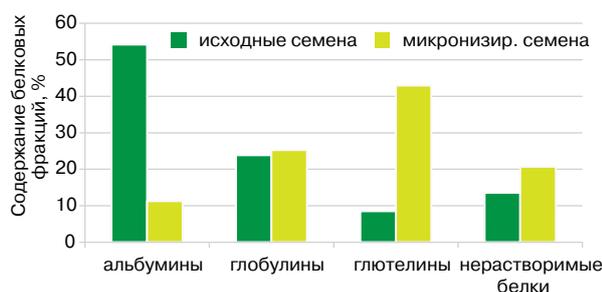


Рис. 2. Изменение содержания белковых фракций относительно исходных семян льна под действием различных технологических операций

Fig. 2. Change in the content of protein fractions relative to the original flax seeds under the influence of various technological operations



ется переходом фосфолипидов и других растворимых веществ в извлекаемые липиды. Выше 130°C величина этого показателя не изменялась. Аналогичное повышение содержания сырого жира при ИК-обработке было показано для арахиса [5].

Биологическая ценность сырья определяется не только общим содержанием белка, но и соотношением белковых фракций. Белковый комплекс семян льна характеризуется наличием трех фракций: альбуминов, глобулинов и глютелинов. Более 50% белкового комплекса семян льна составляют альбумины, которые характеризуются высоким содержанием электрофоретических компонентов с высокой подвижностью и низкой молекулярной массой [4]. С целью определения влияния кратковременной высокотемпературной обработки на биологическую ценность семян льна определяли соотношение в них белковых фракций (рис. 1).

Как следует из полученных данных, содержание водорастворимой фракции при микронизации уменьшилось практически в 4 раза. При этом значительно увеличилось содержание глютелинов — щелочерастворимой фракции. Также незначительно увеличилось содержание глобулинов. Часть белков (~ 20%) перешла в нерастворимый остаток.

Известно, что тепловая обработка приводит к денатурационным изменениям белков. Степень денатурации зависит от температуры и времени обработки. Мягкая денатурация, которая происходит при невысоких температурах, увеличивает перевариваемость белков, что повышает их биодоступность. Например, при удалении масла методом «холодного» прессования семена льна подвергаются термообработке не выше 45 °С. При этом также происходит перераспределение белковых фракций: снижается содержание водорастворимых белков, повышается содержание глютелинов и глобулинов.

Сравнение изменений соотношения белковых фракций, происходящих при невысокой температуре прессования и кратковременной высокотемпературной обработкой под действием ИК-облучения наглядно представлено на рисунке 2.

Как видно из рисунка 2, перераспределение белковых фракций при таких различных технологических операциях протекает одинаково. Следует отметить, что при микронизации практически не происходит изменения в содержании глобулинов, однако в большей степени увеличивается белок нерастворимого остатка. Что касается альбуминовой и глютелиновой белковых фракций, происходящие в них изменения при этих процессах аналогичны. Полученные результаты свидетельствуют о мягком действии ИК-облучения на семена льна. Мягкая денатурация увеличивает перевариваемость белков, что повышает их биодоступность.

Выводы:

- ИК — обработка не изменяет содержание основных макронутриентов в семенах льна;
- используемый режим микронизации оказывает влияние на изменение соотношения фракций в белковом комплексе семян льна: уменьшается содержание альбуминов и повышается содержание глютелинов и нерастворимых белков;
- изменения в соотношении белковых фракций, происходящие при невысокой температуре «холодного» прессования и кратковременной высокотемпературной обработке под действием ИК-облучения аналогичны.

Таким образом, под действием кратковременной высокотемпературной ИК-обработки не снижается биологическая ценность семян льна и происходит мягкая денатурация белка, что повышает перевариваемость белка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Филатов В.В. Современные процессы, аппараты и технологии для переработки зерна и круп при инфракрасном энергоподводе. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2010;(10):19-24.
2. Патент 2464799 РФ Способ снижения ферментативной активности семян льна/ Миневич И.Э., Осипова Л.Л., Зубцов В.А. Опубл. 27.10.2012, Бюл. № 30.
3. Методы биохимического исследования растений. Под ред. А.И. Ермакова. Л.: *Агропромиздат. Ленингр. отд-ние*, 1987. 430 с.
4. Зверев С.В. Высокотемпературная микронизация в производстве зернопродуктов. М.: *ДеЛи принт*, 2009. 222с.
5. Горшунова К.Д. Разработка технологии тепловой обработки рисовой муки для производства вареных колбас. *Сб. трудов МГУПП*. – М.: МГУПП, 2010. С.89.
6. Вершинина О.Л. Влияние ИК-обработки семян арахиса на кислотное число масла и активность липазы. *Известия вузов. Пищевая технология*. 2008;(2-3):57-58.
7. Пищевая химия. Под ред. А.П. Нечаева. СПб.: *ГИОРД*, 2003. 640 с.

ОБ АВТОРАХ:

Ирина Эдуардовна Миневич, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, irina_minevich@mail.ru
Игорь Валентинович Ущачовский, кандидат биологических наук, заместитель директора по научной работе

REFERENCES

1. Filatov V.V. Modern processes, devices and technologies for processing grain and cereals with infrared energy supply. *Storage and processing of agricultural raw materials*. 2010;(10):19-24. (In Russ.)
2. Patent 2464799 RF Method for reducing the enzymatic activity of flax seeds. Minevich IE, Osipova LL, Zubtsov VA. Publ. 27.10.2012, Bul. No. 30. (In Russ.)
3. Methods of biochemical research of plants. ed. A.I. Ermakova. L.: *Agropromizdat. Leningrad. department*, 1987. 430 p. (In Russ.)
4. Zverev S.V. High-temperature micronization in the production of grain products. M.: *DeLi print*, 2009. 222 p. (In Russ.)
5. K.D. Gorshunova Development of technology for heat treatment of rice flour for the production of cooked sausages. *Sat. works of MGUPP*. - M.: *MGUPP*, 2010. P.89. (In Russ.)
6. Verшинina OL Influence of IR-treatment of peanut seeds on the acid number of oil and lipase activity. *Proceedings of universities. Food technology*. 2008;(2-3):57-58. (In Russ.)
7. Food chemistry. Ed. A.P. Nechaev. SPb.: *GIORD*, 2003. 640 p. (In Russ.)

ABOUT THE AUTHORS:

Irina E. Minevich, candidate of technical sciences, leading researcher, irina_minevich@mail.ru
Igor V. Uschapovsky, candidate of biological sciences, deputy director for research