

УДК 633.854.54:636.085.2:675.92.027.3

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-352-9-57-61>

Оригинальное исследование/Original research

**Миневич И.Э.,
Гончарова А.А.,
Зайцева Л.А.**

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», 170041, г. Тверь, Комсомольский пр-т, 17/56

E-mail: irina_minevich@mail.ru**Ключевые слова:** масличные культуры, семена льна, кормопроизводство, экструдирование, питательная ценность, макронутриенты**Для цитирования:** Миневич И.Э., Гончарова А.А., Зайцева Л.А. Влияние экструдирования на кормовую ценность семян льна. Аграрная наука. 2021; 352 (9): 57–61.<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-352-9-57-61>**Конфликт интересов отсутствует****Irina E. Minevich,
Agatha A. Goncharova,
Lyubov A. Zaitseva**

Federal Scientific Center for Fiber Crops, 17/56, Komsomolskii pr-t, Tver, 170041, Russian Federation

E-mail: irina_minevich@mail.ru**Key words:** oilseeds, flax seeds, feed production, extrusion, nutritional value, macronutrients**For citation:** Minevich I.E., Goncharova A.A., Zaitseva L.A. Influence of extrusion on the feed value of flax seeds. Agrarian Science. 2021; 352 (9): 57–61. (In Russ.)<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-352-9-57-61>**There is no conflict of interests**

Влияние экструдирования на кормовую ценность семян льна

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Широкое использование экструдирования для обработки растительного сырья объясняется возможностью улучшения структуры и повышения доступности макронутриентов целевого продукта. Экструдирование масличного сырья осложняется отрицательным влиянием высокого содержания липидов на протекающие физико-химические процессы и, как следствие, снижением качества экструдатов. Наряду с высоким содержанием липидов, такие масличные, как семена льна, содержат значительное количество белка, растворимых (слизи) и нерастворимых (целлюлоза, лигнин) волокон, которые также могут влиять на технологические свойства экструдатов. Как высокоэнергетический и протеиновый компонент семена льна нашли применение в кормовой промышленности. Повышение кормовой ценности семян льна и их безопасности позволит расширить ассортимент биологически активных добавок для производства кормов. Цель работы — исследование влияния экструдирования на кормовую ценность семян льна.

Методы. Для исследований использовали неизмельченные семена масличного льна 2020 года производства. Семена льна подвергали обработке методом мокрого экструдирования: сырье предварительно увлажняли до 17% при 80 °С; параметры процесса экструзии — 120 °С, давление 40 атм., продолжительность 30 с. Экструдированные семена льна были получены на опытно-промышленной установке ООО «Фид-Групп» (Белгородская обл.). Исследования экструдированных семян льна проводили на базе лаборатории по переработке лубяных культур ФГБНУ ФНЦ ЛК (г. Тверь).

Результаты. Сравнительный анализ полученных результатов показал положительное влияние кратковременной баротермической обработки на химический состав семян льна и их кормовые показатели. Было показано, что содержание сырого протеина в экструдированных семенах льна увеличилось на 3,97%, при этом наблюдалось увеличение водорастворимой фракции на 66,18%, которая характеризуется наиболее сбалансированным аминокислотным составом, что свидетельствует о повышении биологической ценности экструдата; массовая доля сырой клетчатки снизилась на 1,18%, что свидетельствует об улучшении переваримости экструдированного продукта; содержание минеральной питательности увеличилось на 12,5%; при использовании баротермической обработки повысилась питательность семян льна на 2,46%, обменная энергия увеличилась на 2,19%, а перевариваемый протеин — на 4,08%; уровни показателей липидного комплекса, кислотного числа и перекисного числа, снизились на 40 и 39% соответственно, что свидетельствует о снижении активности ферментов, вызывающих гидролитическую и окислительную порчу экструдата.

Influence of extrusion on the feed value of flax seeds

ABSTRACT

Relevance. The wide use of extrusion for processing plant raw materials is explained by the possibility of improving the structure and increasing the availability of macronutrients of the target product. Extrusion of oilseeds is complicated by the negative effect of high lipid content on the ongoing physicochemical processes and, as a consequence, a decrease in the quality of extrudates. Along with their high lipid content, oilseeds such as flaxseed contain significant amounts of protein, soluble (mucilage) and insoluble (cellulose, lignin) fibers, which can also affect the technological properties of extrudates. As a high-energy and protein component, flax seeds are used in the feed industry. Increasing the nutritional value of flax seeds and their safety will expand the range of biologically active additives for the production of feed. The purpose of this work is to study the effect of extrusion on the feed value of flax seeds.

Methods. For the research we used unmilled oil flax seeds produced in 2020. Flax seeds were processed by wet extrusion: the raw material was preliminarily moistened to 17% at 80 °C; extrusion process parameters — 120 °C, pressure 40 atm., duration 30 sec. Extruded flax seeds were obtained on a pilot plant of ООО "Fid-Group" (Belgorod region). Studies of extruded flax seeds were carried out on the basis of the laboratory for processing bast crops of the Federal Scientific Center for Fiber Crops (Tver).

Results. A comparative analysis of the results showed a positive effect of short-term barothermal treatment, such as extrusion, on the chemical composition of flax seeds and their feed parameters. It has been shown that: the content of crude protein in extruded flax seeds increased by 3.97%, the water-soluble fraction increased by 66.18%, which indicates an increase in the biological value of the extrudate; the mass fraction of crude fiber decreased by 1.18%, which indicates an improvement in the digestibility of the extruded product; the content of mineral nutritional value increased by 12.5%; when using barothermal treatment, the nutritional value of flax seeds increased by 2.46%, metabolic energy increased by 2.19% and digestible protein increased by 4.08%; the level of indicators of the lipid complex, acid number and peroxide number, decreased by 40 and 39% respectively, which indicates a decrease in the activity of enzymes that cause hydrolytic and oxidative deterioration of the extrudate.

Поступила: 23 июня
После доработки: 23 июня
Принята к публикации: 12 сентябряReceived: 23 June
Revised: 23 June
Accepted: 12 September

Введение

В современном животноводстве первостепенное значение имеет сбалансированное и полноценное кормление животных.

Питательная ценность и тип пищи оказывают влияние на скорость роста животных, образование мышечной ткани, массу внутренних органов, концентрацию гормонов, показатели метаболизма протеинов и липидов, состав жирных кислот жира.

Улучшение технологий кормления сельскохозяйственных животных оказывает существенное влияние на их здоровье, рост, репродуктивные функции и, как следствие, качество получаемой продукции. Тем не менее при скармливании зерна в обычном виде питательные вещества корма метаболизируются в организме животных на 35–40%, а молодняк сельскохозяйственных животных усваивает не более 20% [1, 2].

Повышение продуктивности животных за счет эффективного использования питательных веществ кормов: увеличения поедаемости, биодоступности, обменной энергии корма — является актуальной проблемой современного животноводства [3, 4, 5].

Экструзия является одним из наиболее эффективных и применяемых в комбикормовой промышленности способов обработки растительного сырья. За счет статистических и динамических воздействий внешнего и внутреннего давления на клеточном и молекулярном уровне, температуры, осмоса и других факторов происходит ряд разнообразных процессов. Среди них — денатурация белка, инактивация антипитательных веществ, декстринизация крахмала, деструкция целлюлозно-лигниновых образований, практически полная стерилизация, создание микропористой структуры готового продукта, наиболее благоприятной воздействию желудочного сока, а, следовательно, более полное усвоение питательных веществ организмом животного [6, 7, 8].

Помимо свойств экструдированного сырья, на консистенцию целевого продукта оказывает влияние целый ряд технологических факторов: температура, влажность, частота вращения шнека экструдера, продолжительность обработки. Соотношение основных параметров экструдирования и индивидуальные особенности обрабатываемого сырья определяют глубину трансформации его структуры и свойств. Так, авторами работы [9] на основании анализа массива научной информации за 2000–2020 гг. показаны закономерности влияния параметров экструдирования на макронутриенты растительного сырья. Экструдирование позволяет повысить усвояемость компонентов растительного сырья, в частности протеина и крахмала, а также снизить содержание антипитательных факторов. Процесс экструзии наиболее эффективно протекает при высоких температурах, скорости вращения шнека экструдера и влажности сырья. Исходя из различных условий экструдирования одного вида сырья, полученные разными авторами результаты могут быть разнонаправленными и не коррелировать. Поэтому необходим подбор оптимальных параметров экструдирования для каждого конкретного вида сырья.

Высокоэнергетическим и протеиновым компонентом рационов для сельскохозяйственных животных являются семена масличного льна. Они сочетают в своем составе высокое содержание жира (не менее 35%), в котором преобладают полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), в основном α -линоленовая кислота — предста-

витель ω -3 жирных кислот, и достаточное количество протеина (не менее 18%), сбалансированного по аминокислотному составу. Слизи семян льна представляют собой гетерогенную систему полисахаридов, в состав которых входят рамноза — 7,9%, фруктоза — 3,0%, арабиноза — 8,9%, ксилоза — 33,0%, галактоза — 14,1%, глюкоза — 3,7% и галактуроновая кислота — 28,6% [10]. При этом тонкий слой слизи предохраняет слизистую оболочку желудочно-кишечного тракта животных от раздражения, включение в состав рациона полисахаридов способствует активизации пищеварительных процессов, увеличивает продолжительность жвачки животных и, как следствие, молочную продуктивность [11, 12]. Лигнаны семян льна, принадлежащие к классу фитоэстрогенов, обладают потенциальной способностью воздействовать на механизмы, регулирующие половой цикл и процессы репродукции у животных, птицы и рыб [13]. Таким образом, семена льна и продукты их переработки содержат все необходимые компоненты для полноценного кормления животных.

Следует отметить, что более широкое использование семян льна в кормовых технологиях (в частности, для КРС) сдерживает ингибирующее действие ненасыщенных жирных кислот на рубцовые микроорганизмы, а также наличие в сырых семенах таких антипитательных веществ, как цианогенные гликозиды, которые способны гидролизироваться в желудочно-кишечном тракте с выделением синильной кислоты.

Эффективным способом повышения кормовой безопасности и усвояемости семян льна является экструдирование. Однако исследований экструдированных семян льна еще недостаточно.

Цель работы — исследование влияния экструдирования на кормовую ценность семян льна.

Методика

В работе использовались неизмельченные семена масличного льна 2020 года производства. Семена льна подвергались обработке методом мокрого экструдирования: сырье предварительно увлажняли до 17% при 80 °C; параметры процесса экструзии — 120 °C, давление 40 атм., продолжительность 30 с. Экспериментальная часть по экструдированию семян льна была выполнена на опытно-промышленной установке ООО «Фид-Групп» (Белгородская обл.). Исследования экструдированных семян льна проводили на базе лаборатории по переработке лубяных культур ФГБНУ ФНЦ ЛК (г. Тверь).

В работе определяли следующие показатели: содержание сырого протеина — по ГОСТ 13496.4-93; сырого жира — по ГОСТ 13496.15-2016; сырой клетчатки — по ГОСТ 31675-2012; сырой золы — по ГОСТ 26226-95; кислотное число жира — по ГОСТ 13496.18; перекисное число — по ГОСТ 31485-2012.

Фракционный состав белкового комплекса исходных и экструдированных семян льна определяли по методу Ермакова (1987) последовательной экстракцией дистиллированной водой, 7%-ным раствором NaCl и 0,1M NaOH. Высаживание белковых фракций проводили 5%-ным раствором трихлоруксусной кислоты [14].

Кормовые единицы, обменная энергия и перевариваемый протеин были определены по Методическим указаниям по оценке качества питательности кормов расчетным методом*.

* Методические указания по оценке качества и питательности кормов — М: ЦИНАО, 2002. — 76 с/

Результаты

Процесс экструдирования сырья с высоким содержанием липидов, какими являются семена льна, осложняется повышением текучести масла при высокой температуре и возможной его потерей, снижением эффективности работы экструдера [15, 16]. В связи с этим необходим подбор условий экструзии для конкретного вида сырья. Характеристика полножирных экструдированных семян льна, полученных с использованием указанных выше технологических параметров, представлена в табл. 1.

Сравнительный анализ полученных результатов показал положительное влияние кратковременной баротермической обработки, какой является экструдирование, на химический состав семян льна и их кормовые показатели.

Известно, что сырая зола участвует практически во всех основных процессах жизнедеятельности организма животных, от минерализации костей и водного баланса до метаболизма мышц, нервной активности и в работе ферментов [17]. После обработки семян льна содержание сырой золы в них увеличилось на 12,5%. Содержание сырой клетчатки снизилось на 1,18%, что свидетельствует об улучшении переваримости продукта.

При экструдировании также повысилась питательность семян льна на 2,46%, обменная энергия увеличилась на 2,19%, а перевариваемый протеин — на 4,08%.

При экструдировании не происходит значительных потерь в содержании основных макроэлементов. Содержание сырого протеина при баротермической обработке увеличилось на 3,97%.

При кратковременном экструдировании растительного сырья происходит частичная денатурация белков, увеличивается доступность аминокислот вследствие разрушения белковых ассоциатов и их третичной структуры, фактически повышается биологическая ценность [18]. При этом с большой вероятностью сохраняется аминокислотный профиль экструдированного сырья, особенно при оптимальной температуре экструзии и влажности исходного сырья [15, 19]. По данным авторов работы [15] при влажности растительного сырья более 15%, но не более 30% и температуре процесса не более 180 °C изменение содержания аминокислот было минимальным, особенно для нестабильных при баротермической обработке аминокислот: лизина, цистеина, аргинина. Технологические параметры, при которых проводили экструдирование семян льна (влажность — 17%, T — 120 °C), соответствовали условиям минимальной потери аминокислот.

Изменение соотношения белковых фракций в процессе экструдирования семян льна представлено на рис. 1.

Следует отметить увеличение в результате экструдирования водорастворимой фракции белкового комплекса семян льна на 66,18%, которая характеризуется наиболее сбалансированным аминокислотным составом,

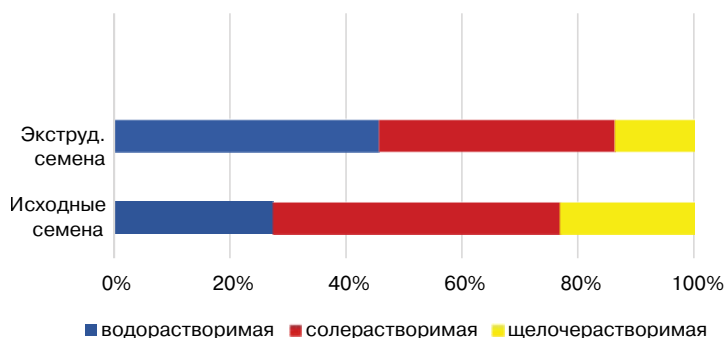
Таблица 1. Характеристика исходных и экструдированных семян льна

Table 1. Characteristics of raw and extruded flax seeds

Наименование показателя	Семена льна	
	экструдированные	исходные
Массовая доля сырого протеина, %	23,93±1,20	22,98±1,15
Массовая доля сырой клетчатки, %	8,40±0,42	8,50±0,42
Массовая доля сырого жира, %	36,70±1,84	38,40±1,92
Сырая зола, %	4,50±0,22	4,00±0,20
Кормовые единицы, кг	1,22	1,19
Обменная энергия, МДж/кг	12,13	11,87
Перевариваемый протеин, г/кг	191,40	183,90

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

Fig. 1. Ratio of protein fractions in raw and extruded flax seeds



вом, что свидетельствует об увеличении биологической ценности экструдата.

По результатам исследований было выявлено снижение содержания сырого жира на 4,43% (табл. 1). Аналогичные изменения для липидов растительного сырья при экструзии показаны в обзоре работы [19]. При баротермической обработке растительного сырья происходит разрыв жировых клеток, что повышает доступность масла, увеличивается вероятность образования липидно-протеиновых комплексов, а также миграции масла из сырья, что способствует увеличению потерь [20, 21, 22].

Показатели масла семян льна после экструдирования и при хранении показаны в табл. 2. Сравнение показателей гидролитической и окислительной порчи после экструдирования свидетельствует о снижении активности ферментов, катализирующих эти процессы, липазы и липоксигеназы. Величина кислотного числа жира семян льна после экструдирования снизилась на 40%, а перекисного числа — на 39%.

В процессе хранения наблюдался рост как кислотного числа, так и перекисного. Кислотное число масла является стандартизированным показателем качества масличного сырья. Кислотное число экструдированных семян льна за 3 месяца хранения не достигло предельного значения (4,0 мг KOH/г), указанного в ТР ТС 024/2011.

Накопление перекисей, судя по значениям перекисного числа (табл. 2), было неравномерным. Перекиси считаются продуктами раннего окисления с относительно короткими периодами индукции, в течение которых они образуются, накапливаются и распадаются [22]. Как и кислотное число, экструдированные семена льна характеризовались небольшими изменениями

уровня перекисного числа и в исследуемом интервале хранения не достигли максимального значения (10 ммоль 1/2 O/kg), определенного в ТР ТС 024/2011.

Выводы

При сравнительном анализе результатов исследований было показано, что:

- содержание сырого протеина в экструдированных семенах льна увеличилось на 3,97%, при этом наблюдалось увеличение водорастворимой фракции на 66,18%, которая характеризуется наиболее сбалансированным аминокислотным составом, что свидетельствует о повышении биологической ценности экструдата;
- массовая доля сырой клетчатки снизилась на 1,18%, что свидетельствует об улучшении переваримости экструдированного продукта;
- содержание минеральной питательности увеличилось на 12,5%;
- при использовании баротермической обработки повысилась питательность семян льна на 2,46%, обменная энергия увеличилась на 2,19%, а перевариваемый протеин — на 4,08%;
- уровни показателей липидного комплекса, кислотного числа и перекисного числа, снизились на 40 и 39% соответственно, что свидетельствует о снижении активности ферментов, вызывающих гидролитическую и окислительную порчу экструдата.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Кочиш И.И., Калужный Н.С., Волчкова Л.А., Нестеров В.В. Зоогигиена. Москва: *Издательство «Лань»*. 2008. 56 с. [Kochish I.I., Kalyuzhny N.S., Volchkova L.A., Nesterov V.V. Zoohyena. Moscow: Publishing house «Lan». 2008. 56 p. (In Russ.).]
2. Новикова В.А. Микронизация кормового зерна как способ подготовки его к скармливанию. *Вестник КрасГАУ*. 2008;2: 275-278. [Novikova V.A. Micronization of feed grain as a method of preparing it for feeding. *Vestnik KrasGAU*. 2008;2: 275-278. (In Russ.).]
3. Афанасьев В.А. Современное состояние и перспективы развития комбикормовой промышленности российской федерации. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2012;3: 116-124. [Afanasyev V.A. The current state and prospects of the development of the feed industry of the Russian Federation. *Bulletin of the Voronezh State Agrarian University*. 2012;3: 116-124. (In Russ.).]
4. Зайцев В.В., Константинов В.А., Корнилова В.А. Эффективность использования экструдированных комбикормов-концентратов в кормлении коров. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2015;10(41): 28-31. [Zaitsev V.V., Konstantinov V.A., Kornilova V.A. Efficiency of the use of extruded feed concentrates in cow feeding. *International Research Journal*. 2015;10(41): 28-31. (In Russ.).] <https://doi.org/10.18454/IRJ.2015.41.097>.
5. Ляпченко В.А. Эффективное кормление высокопродуктивного молочного стада. *Зоотехния*. 2014;6: 8-9. [Lyapchenkov V.A. Effective feeding of a highly productive dairy herd. *Animal science*. 2014;6: 8-9. (In Russ.).]
6. Остриков А.Н., Абрамов О.В., Рудометкин А.С. Экструзия в пищевых технологиях. СПб.: *Издательство ГИОРД*. 2004. 288 с. [Ostrikov A.N., Abramov O.V., Rudometkin A.S. Extrusion in food technologies. St. Petersburg: GIORD Publishing House. 2004. 288 p. (In Russ.).]
7. Передня В.И., Барановский И.В., Чумаков В.В. Экструзионные технологии в кормопроизводстве. *Вестник ВНИИМЖ*.

Таблица 2. Изменение кислотного и перекисного чисел масла семян льна после экструдирования и в процессе хранения

Table 2. Changes in the acid and peroxide numbers of flax seed oil after extrusion and during storage

Наименование показателя	Продолжительность хранения, мес.	Семена льна	
		экструдированные	исходные
Кислотное число, мг КОН на 1 г жира	0	2,00±0,10	2,80±0,14
	1,0	2,43±0,12	3,81±0,19
	1,5	3,04±0,15	4,07±0,20
	2,0	2,83±0,14	4,81±0,24
	2,5	2,64±0,13	5,53±0,28
	3,0	2,65±0,13	6,34±0,32
Перекисное число, ммоль 1/2 O/kg	0	1,02±0,05	1,42±0,07
	1,0	1,50±0,07	1,12±0,06
	1,5	1,00±0,05	1,00±0,05
	2,0	4,75±0,24	6,12±0,31
	2,5	1,50±0,07	3,00±0,15
	3,0	2,25±0,11	3,50±0,17

Экструдирование является эффективным процессом повышения питательной, энергетической ценности кормового растительного сырья.

Финансирование. Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках государственного задания ФГБНУ ФНЦ ЛК (тема № 0477–2019–0006).

2015;4(20): 60-63. [Perednya V.I., Baranovsky I.V., Chumakov V.V. Extrusion technologies in feed production. *Vestnik VNIIMZH*. 2015;4(20): 60-63. (In Russ.).]

8. Offiah V., Kontogiorgos V., Falade K.O. Extrusion processing of raw food materials and by-products: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2019;59(18): 2979-2998. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1480007>.

9. Бахчевников О.Н., Брагинцев С.В. Экструдирование растительного сырья для продуктов питания (обзор). *Техника и технология пищевых производств*. 2020;50(4): 690-706. [Bakhchevnikov O.N., Braginets S.V. Extrusion of plant raw materials for food products (review). *Equipment and technology of food production*. 2020;50(4): 690-706. (In Russ.).] <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-4-690-706>.

10. Султаева Н.Л., Перминова В.С. Исследование свойств семян льна и разработка на их основе технологии хлебобулочных изделий. *Вестник Евразийской науки*. 2015;7(1): 1-15. [Sultaeva N.L., Perminova V.S. Research of flax seed properties and development of bakery products technology based on them. *Bulletin of Eurasian Science*. 2015;7(1): 1-15. (In Russ.).]

11. Буряков Н.П., Косолапов А.В. Жидкие полисахариды в кормлении высокопродуктивных коров. *Российский ветеринарный журнал*. 2013; 3: 34-36. [Buryakov N.P., Kosolapov A.V. Liquid polysaccharides in the feeding of high-yielding cows. *Russian veterinary journal*. 2013; 3: 34-36. (In Russ.).] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zhidkie-polisaharidy-v-kormlenii-vysokoproduktivnyh-korov> (date of the application: 03.06.2021).

12. Зубцов В.А., Миневич И.Э. Стратегия развития технологий в кормопроизводстве по использованию семян льна и продуктов их переработки. *Вестник ВНИИМЖ*. 2015;4(20): 72-79. [Zubtsov V.A., Minevich I.E. Strategy for the development of technologies in feed production for the use of flax seeds and products of their processing. *Vestnik VNIIMZH*. 2015;4(20): 72-79. (In Russ.).]

13. Федорова Т.Ц., Забалуева Ю.Ю., Хамаганова И.В. Семена масличного льна – источник белка при производстве рыбных полуфабрикатов. *Ползуновский вестник*. 2017; 2: 28-

32. [Fedorova T.Ts., Zabalueva Yu.Yu., Hamaganova I.V. Oil flax seeds are a source of protein in the production of fish semi-finished products. *Polzunovsky Bulletin*. 2017; 2: 28-32. (In Russ.)]

14. Ермаков А.И. (ред.) Методы биохимического исследования. Л.: *Агропромиздат*. 1987. 430 с. [Ermakov A.I. (ed.) *Methods of biochemical research*. L.: *Agropromizdat*. 1987. 430 p. (In Russ.)].

15. Singh S., Gamlath S., Wakeling L. Nutritional aspects of food extrusion: a review. *International Journal of Food Science and Technology*. 2007;42(8): 916-929. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01309.x>.

16. Steel C., Vernaza M.G., Schmieles M., Ferreira R.E., Chang Y.K. Thermoplastic extrusion in food processing. *Thermoplastic elastomers*. 2012;13: 265-290. <https://doi.org/10.5772/36874>

17. Ковтунова Н.А. Ковтунов В.В., Горпиниченко С.И., Сарычева Н.И. Современная оценка питательности кормов сорговых культур. *КубГАУ*. 2016;123(09): 1-10. [Kovtunova N.A. Kovtunov V.V., Gorpichenko S.I., Sarycheva N.I. Modern assessment of the nutritional value of sorghum crops. *KubGAU*. 2016;123(09): 1-10. (In Russ.)].

18. Alonso R., Aguirre A., Marzo F. Effects of extrusion and

traditional processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch in faba and kidney beans. *Food Chemistry*. 2000;68(2): 159-165. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(99\)00169-7](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(99)00169-7).

19. Leonard W., Zhang P., Ying D., Fang Z. Application of extrusion technology in plant food processing byproducts: An overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2020;19(1): 218-246.

20. Roye C., Henrion M., Chanvrier H., De Roeck K., De Bondt Y., Liberloo I., King R., M Courtin C. Extrusion-cooking modifies physicochemical and nutrition-related properties of Wheat Bran. *Foods*. 2020: 9(6); 738.

21. De Pilli T., Giuliani R., Carbone B.F., Derossi A., Severini C. Study on different emulsifiers to retain fatty fraction during extrusion of fatty flours. *Cereal Chemistry*. 2005;82(5): 494-498. <https://doi.org/10.1094/CC-82-0494>.

22. Imran M., Anjum F.M., Ahmad N., Khan M. K., Mushtaq Z., Nadeem M., Hussain S. Impact of extrusion processing conditions on lipid peroxidation and storage stability of full-fat flaxseed meal. *Lipids Health Dis*. 2015;14: 92. <https://doi.org/10.1186/s12944-015-0076-4>.

ОБ АВТОРАХ:

Миневи́ч Ирина Эдуа́рдовна, кандидат технических наук
Гонча́рова Агата Анато́льевна, младший научный сотрудник
Зайцева Любовь Анато́льевна, младший научный сотрудник

ABOUT THE AUTHORS:

Minevich Irina Eduardovna, Ph.D. in Engineering
Goncharova Agata Anatolyevna, Junior Researcher
Zaitseva Lyubov Anatolyevna, Junior Researcher

НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

В Ставропольском крае в 1,6 раза увеличены посевные площади льна

На Ставрополье полным ходом идет уборка масличного льна. По мнению специалистов, данный процесс требует особо тщательного подхода и мягкого режима обмола из-за волокнистой структуры стебля растения.

В частности, уже убрано около 2 тыс. га льна в Андроповском округе. На текущий момент средняя урожайность составила 14,4 ц с 1 га. Аграрии обмолотили 2818 тонн.

В этом году культура была посеяна на площади 51,8 тыс. га, что в 1,6 раза выше уровня прошлого года, сообщило управление по информационной политике аппарата правительства края. Большие площади под лен отведены в Петровском округе – 8,3 тыс. га, Курском – 7,3 тыс. га, Труновском – 6,7 тыс. га, Ипатовском – 6 тыс. га.



В Томской области сертифицировано на экспорт 595,8 т семян льна

По данным регионального Управления Россельхознадзора, за 8 месяцев текущего года в Томской области было сертифицировано на экспорт 595,8 т семян льна и 320 т гречихи (в Чехию и Белоруссию), 179,7 т сушеного гороха (в Литву и Латвию), 66 т сои (в Литву), 40 т семян бобов (в Казахстан).

В российские регионы были отправлены

- семена пшеницы, овса, льна, гороха, многолетних трав;
- 8 460 т муки – в Приморский и Хабаровский края, в Амурскую и Иркутскую области;
- 3 080 т отрубей и комбикормов в Амурскую, Иркутскую, Кемеровскую, Новосибирскую, Омскую, Ростовскую, Свердловскую области, Алтайский и Забайкальский края, а также – республики Марий Эл и Бурятия.