Тип статьи: научная
УДК 636.085
DOI: 10.35887/2305-2538-2023-4-28-36

К ВОПРОСУ О ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН РЫЖИКА ПОСЕВНОГО ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Ольга Борисовна Филиппова [1]***, Алексей Николевич Машков*** [2]***,***
Александр Иванович Фролов [3]***, Александр Николаевич Бетин*** [4]
[1,2,3,4] *Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов, Россия*
[1] filippova175@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0001-9810-9319
[2] vniitin@mail.ru
[3] mr-frolov-alexandr2011@yandex.ru
[4] tniij@yandex.ru

Автор, ответственный за переписку: Ольга Борисовна Филиппова, filippova175@yandex.ru
Corresponding author: Olga Filippova, filippova175@yandex.ru

Реферат. *Рыжик посевной (Camelina sativa (L.) Crantz) – перспективная масличная культура для использования в животноводстве. В масле семян рыжика содержится большое количество жирных полиненасыщенных кислот, которые являются незаменимым компонентом питания, так как участвуют во многих биохимических реакциях организма животных. Проведено исследование содержания жирных кислот в семенах рыжика после их термической обработки путем микронизации, которые в дальнейшем были использованы в экспериментальном кормлении дойных коров. Для микронизации семян было использовано усовершенствованное устройство для термообработки зерна и бобов. Применялось несколько режимов обработки в зависимости от количества включенных галогенных ламп. Проведено исследование количественного состава жирных кислот в молоке коров, которым скармливали термически обработанные семена рыжика. При использовании одной или двух кассет с галогенными лампами в процессе температурной обработки соотношение общего количества насыщенных и ненасыщенных жирных кислот в масле семян существенно не меняется. Содержание пальмитиновой кислоты после обработки увеличилось примерно на 8 %, стеариновой – на 3 %, линолевой – на 2 %. Содержание олеиновой кислоты уменьшилось на 3 %, эйкозеновой – на 1 %. Скармливание дойным коровам семян рыжика, прошедших термическую обработку, в составе кормовой смеси существенно не изменило видовой состав жирных кислот в молоке, но способствовало увеличению количества некоторых особо ценных для организма жирных кислот – линолевой (в 1,3 раза) и линоленовой (в 2,7 раза).*

Ключевые слова: *рыжик посевной, тепловая обработка семян, жирные кислоты, молоко коров.*

ON THE ISSUE OF HEAT TREATMENT OF GINGER SEEDS FOR USE IN ANIMAL HUSBANDRY

Olga Filippova [1]***, Alexey Mashkov*** [2]***, Alexander Frolov*** [3]***, Alexander Betin*** [4]
[1,2,3,4] *All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Tambov, Russia*
[1] filippova175@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0001-9810-9319
[2] vniitin@mail.ru
[3] mr-frolov-alexandr2011@yandex.ru
[4] tniij@yandex.ru

Abstract. *Ginger seed (Camelina sativa (L.) Crantz) is a promising oilseed crop for use in animal husbandry. Ginger seed oil contains a large amount of fatty polyunsaturated acids, which are an indispensable component of nutrition, as they participate in many biochemical reactions of the animal body. The study of the content of fatty acids in ginger seeds after their heat treatment by micronization, which were later used in experimental feeding of dairy cows. An advanced device for heat treatment of grain and beans was used for micronization of seeds. Several processing modes were used depending on the number of halogen lamps included. A study of the quantitative composition of fatty acids in the milk of cows fed with heat-treated ginger seeds was carried out. When using one or two cassettes with halogen lamps during temperature treatment, the ratio of the total amount of saturated and unsaturated fatty acids in seed oil does not change significantly. The content of palmitic acid after treatment increased by about 8%, stearic acid – by 3%, linoleic acid – by 2%. The content of oleic acid decreased by 3%, eicosenic acid – by 1%. The feeding of heat–treated ginger seeds to dairy cows as part of the feed mixture did not significantly change the species composition of fatty acids in milk, but contributed to an increase in the amount of some particularly valuable fatty acids for the body - linoleic (1.3 times) and linolenic (2.7 times).*

Keywords: *ginger seed, heat treatment of seeds, fatty acids, cow milk.*

Для цитирования: Филиппова О.Б., Машков А.Н., Фролов А.И., Бетин А.Н. К вопросу о термической обработке семян рыжика посевного для использования в животноводстве // Наука в центральной России. 2023. Т. 64, № 4. С. 28-36. https://doi.org/10.35887/2305-2538-2023-4-28-36.

For citation: Filippova O., Mashkov A., Frolov A., Betin A. On the issue of heat treatment of ginger seeds for use in animal husbandry. *Nauka v central'noj Rossii* = Science in the Central Russia: 2023; 64(4): 28-36. (In Russ.) https://doi.org/10.35887/2305-2538-2023-4-28-36.

Проблема протеинового и энергетического питания жвачных животных является одной из самых актуальных. Повысить питательность рацинов крупного рогатого скота можно в том числе, за счет использования в кормопроизводстве растительных культур, содержащих значительное количество белка и энергии [1-3]. Кроме того, возрастает интерес к исследованиям по обогащению рационов питания животных полиненасыщенными жирными кислотами, способствующими получению продукции высокого качества [4, 5]. Организм животного не способен их синтезировать из более простых веществ, поэтому все они должны обязательно присутствовать в кормах, подобно микроэлементам. Наиболее часто в кормовые культуры вводят линоленовую, линолевую и олеиновую [6], в рубце жвачных животных они под воздействием микрофлоры превращаются в насыщенные (стеариновую и пальмитиновую), которые в дальнейшем включаются в обменные процессы.

Главным источником белка и энергии в кормопроизводстве являются бобовые и масленичные культуры, а также продукты их переработки при получении масел, жмыхи и шроты [7]. В этом отношении представляет интерес для использования в животноводстве техническая масличная культура – рыжик посевной (Camelina sativa (L.) Crantz) из семейства Крестоцветных (Brassicaceae) (рис. 1). В кормопроизводстве данная культура используется мало, но она малозатратна при выращивании, устойчива к засухе, низким температурам, не требовательна к питательным веществам, поэтому дает хороший урожай без орошения, с меньшим уровнем удобрений. Рыжик более устойчив ко многим вредителям и болезням, чем другие растений из семейства Brassicaceae и, следовательно, его производство экологически безопасно за счет снижения использования гербицидов и пестицидов. Кроме того, белковые соединения семян рыжика обладают высокой биологической ценностью, что обусловлено составом аминокислот, включающим все незаменимые аминокислоты, в том числе значительные количества лизина и лейцина, превосходящие их содержание в других масличных и зерновых культурах [8].

Рисунок 1 – Рыжик посевной: цветок и семена

Семена рыжика содержат от 26 до 46 % масла, которое отличается высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот, в том числе гондоиновой, линоленовой и линолевой кислот [9]. Содержание эруковой кислоты при этом низкое и составляет 1,5-3,0 %. Для улучшения поедаемости, вкусовых качеств, повышения эффективности усвоения питательных веществ животными применяют различные способы предварительной подготовки кормов. Различают несколько способов подготовки кормов к скармливанию – механические, тепловые, химические и биологические [10-12].

Механические способы приготовления кормов, такие как дробление, очистка, просеивание, протряхивание, смешивание, отсеивание, брикетирование, резание, раскалывание, разминание, истирание, плющение, прессование, гранулирование, дозирование широко применяются в кормоцехах и на комбикормовых заводах.

В нашей работе мы использовали микронизацию семян при комбинированном их нагреве. Микронизация зерна вызывает интенсивный нагрев, повышает внутреннее давление паров воды (внутренняя влага как бы закипает). В процессе тепловой обработки зерна происходят структурные и биохимические изменения вследствие резонансного поглощения энергии излучения молекулами белков и полисахаридов. Например, при нагревании зерна крахмал желатинизируется и набухает, его структура разрушается. До 20 % крахмала, содержащегося в зерне, переходит в декстрины, которые легко усваиваются организмом животного, разрушаются токсичные вещества. Таким образом, термическая обработка с двухсторонним нагревом способствует повышению усвояемости питательных веществ на 30-40 %.

Под воздействием высокой температуры за счет специфического воздействия инфракрасного излучения, уничтожается патогенная микрофлора зерна. Снижение общего количества микроорганизмов (до 4-6 раз) способствует повышению санитарного качества кормов. Процесс микронизации зерна предупреждает заражение амбарными вредителями. При микронизации температурный режим для различных культур равен от 140 до 170 ºС. При облучении зерна более 40 секунд удаляются полностью многие бактерии. При обработке более 65 секунд погибают плесневые грибы. Оптимальный эффект при термической обработке зерна достигается на протяжении 50-60 секунд.

В работе [13] показано, что обработка зерна ИК-излучением в кормлении поросят способствует повышению скорости роста и увеличению живой массы поросят на 17 % за счет лучшей переваримости питательных веществ рациона.

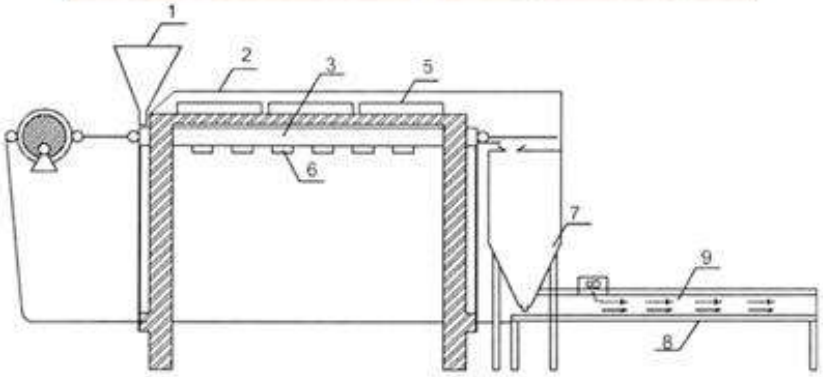
Таким образом, по основным биохимическим показателям качества масла семян и содержанию в них физиологически полноценных белков рыжик является ценной масличной культурой. Поэтому являются актуальными исследования по эффективности применения кормовых добавок из термически обработанных семян рыжика в рационах сельскохозяйственных животных.

Цель работы заключалась в исследовании оптимального режима термической обработки семян рыжика путем микронизации, предназначенных для дальнейшего скармливания крупному рогатому скоту.

Методика. Для проведения эксперимента была использована установка для комбинированной термообработки зерна и бобов (рис. 2), разработанная учеными ФГБНУ ВНИИТиН [14-17] (патенты РФ № 2694631 и 2694631).

Установка включает в себя нагревательную камеру, состоящую из трех кассет и содержащую кварцевые галогенные лампы, расположенные над ленточным транспортером с лентой из жаропрочного материала. В первой и третей кассете находятся по 5 галогенных ламп мощностью 1 кВт, во второй – 4 лампы. Под транспортером располагается 9 нагревательных тенов мощностью 1 кВт. Скорость движения ленты транспортера – 70 секунд.

Принцип действия: в процессе прохождения зерна через установку оно нагревается до 110-150^{0}С, вспучивается, увеличивается в объеме (в 1,2-1,6 раза) и растрескивается. Влага, равномерно распределённая по объёму зерновки, начинает по капиллярам, порам, трещинам двигаться к центру зерновки (по направлению теплового потока). Так как плотность потока ИК-излучения выбирается достаточно большой, при повышении температуры влага превращается в пар, давление резко увеличивается, в результате чего разрушается структурный каркас зерна. Уменьшается прочность зерна, что способствует снижению энергозатрат при его дальнейшей обработке (помоле, плющении и т. д.).



1 – загрузочный бункер; 2 – термоизолирующая высокотемпературная рабочая камера; 3 – качающий теплопроводный прямоугольный желоб рабочей камеры; 4 – ребра жесткости на лицевой стороне качающего желоба; 5 – инфракрасные излучатели; 6 – саморегулируемые электронагревательные элементы; 7 – теплоизолированный бункер-температор; 8 – качающий желоб охлаждающей камеры; 9 – охлаждающая камера

Рисунок 2 – Устройство для термообработки зерна

Применялись следующие режимы обработки: 1) включена только первая кассета с галогенными лампами; 2) включены первая и вторая кассеты; 3) включены все три кассеты.

Научно-производственный опыт по скармливанию семян рыжика проведен на коровах симментальской породы на базе одного из племенных репродукторов Тамбовской области. В стойловый период через 1,5-2 месяца после отела были сформированы 2 группы коров по 5 голов (опытная и контрольная) в возрасте 2-3 лактации.

Опытной группе животных в течение 35 дней скармливали кормовую смесь, в зерновую часть которой были включены микронизированные семена рыжика в количестве 5 % от массы смеси зерна. Кормовая смесь состояла из силоса кукурузного, сена злакового, зерновой смеси (ячмень, пшеница, овес и горох), минерально-витаминные добавки (премикс, соль поваренная, источник кальция и фосфора). Контрольная группа коров получала аналогичный по составу (кроме семян рыжика) и питательности рацион.

Жирнокислотный состав семян рыжика и молока коров определяли на газовом хроматографе «Хроматэк-Кристалл 5000» в Тамбовском Испытательном центре ООО «ЦЕНТР СЕРТИФИКАЦИИ».

Результаты и обсуждение. Перед обработкой был изучен зоотехнический состав семян рыжика озимого сорта «Барон».

Содержание сырого протеина в семенах рыжика составляет 28,8 %, сырого жира – 38,4 % (таблица 1). По концентрации энергии (для КРС) семя рыжика сорта «Барон» превосходит такие масличные культуры, как рапс и лён [18].

Таблица 1 – Зоотехнический состав семян рыжика озимого сорта «Барон»

ОЭ, МДж/кг	Сухое вещество, %	Сырой протеин, % в СВ	Сырой жир, % в СВ	Сырая клетчатка, % в СВ	Сырая зола, % в СВ	Сырые БЭВ, % в СВ
17,0	93,5	28,8	38,4	12,9	4,7	8,7

Жирнокислотный состав семян в натуральном виде и после термической обработки в двух вариантах представлен в таблице 2. В процессе обработки по третьему варианту (три кассеты с галогенными лампами) произошел перегрев семян (обугливание).

Таблица 2 – Состав жирных кислот в семенах рыжика сорта «Барон» до и после термической обработки

Название жирной кислоты		Вариант обработки / Содержание, %		
Тривиальное	Систематическое	До обработки	1-й	2-й
Насыщенные жирные кислоты				
Пальмитиновая	С16:0 Гексадекановая	4,9	4,9	5,3
Стеариновая	С18:0 Октадекановая	2,8	2,9	2,9
Бегеновая	С22:0 Докозановая	0,5	0,5	0,5
Арахиновая	С20:0 Эйкозановая	0,4	0,4	0,4
Лигноцериновая	С24:0 Тетракозановая	0,3	0,3	0,3
Миристиновая	С14:0 Тетрадекановая	0,1	0,1	0,1
Мононенасыщенные жирные кислоты				
Гондоиновая	С20:1 Эйкозеновая	37,6	37,4	37,1
Олеиновая	С18:1 Октадеценовая	15,2	15,2	14,7
Эруковая	С22:1 Доказеновая	0,9	0,9	0,9
Пальмитолеиновая	С16:1 Гексадеценовая	0,1	0,1	0,1
Полиненасыщенные жирные кислоты				
Линолевая	С18:2 Октадекадиеновая	18,5	18,6	19,0
α-Линоленовая	С18:3α Октадекатриеновая	17,8	17,8	17,8
γ-Линоленовая	С18:3α Октадекатриеновая	0,9	0,9	0,9

Отличительный признак рыжикового масла – высокое содержание гондоиновой (эйкозеновой кислоты) кислоты [19]. Данное соединение относится к мононенасыщенным монокислотам из группы омега-9. Из большого разнообразия ненасыщенных жирных кислот для организма человека и животных имеют большое физиологическое значение кислоты из групп омега-3, -6 и -9. По данным таблицы 2 в составе масла семян рыжика сорта «Барон» находится около 37 % эйкозеновой жирной кислоты. В целом группа мононенасыщенных жирных кислот, включая олеиновую, составляет 53,8 % от суммы всех кислот. Доля полиненасыщенных жирных кислот – 37,2 %, при этом в наибольшем количестве содержатся линолевая и α-линоленовая кислоты.

Анализ показал, что после первого варианта режима микронизации сумма мононенасыщенных кислот в семенах рыжика уменьшилась незначительно – на 0,2 %, в результате использования второго варианта – уменьшилась на 1 % по отношению к их содержанию в натуральных семенах. При этом доля полиненасыщенных кислот увеличилась на 0,1 % после первого варианта обработки и на 0,5 % после второго. Следует отметить, что после термической обработки содержание суммы насыщенных жирных кислот увеличилось также незначительно – на 0,1-0,5 %.

При этом микронизация повлияла на содержание отдельных жирных кислот в семенах рыжика. Так количество пальмитиновой кислоты после обработки увеличилось на 8,2 % (второй режим), стеариновой – на 3,5 % (при обоих режимах), линолевой – на 2,1 % (второй режим). Содержание олеиновой кислоты, напротив, уменьшилось на 3,3 %, а эйкозеновой кислоты в обоих опытных вариантах – на 1,1-1,3 %.

По содержанию эруковой кислоты масло семян рыжика сорта «Барон» отвечает требованиям ГОСТ для пищевых и растительных масел (не более 5 %).

В таблице 3 представлены результаты анализа жирнокислотного состава молока коров, которым скармливали смесь семян рыжика, обработанных термически по первому и второму варианту ИК-облучения.

Таблица 3 – Состав жирных кислот в молоке коров при скармливании семян рыжика, %

Название жирной кислоты		Период отбора молока	
Тривиальное	Систематическое	До начала опыта	В период скармливания
Насыщенные жирные кислоты			
Пальмитиновая	С16:0 Гексадекановая	29,8	28,2
Стеариновая	С18:0 Октадекановая	15,2	12,1
Миристиновая	С14:0 Тетрадекановая	9,3	11,3
Масляная	С4:0 Бутановая	5,0	4,1
Капроновая	С6:0 Гексановая	2,5	2,6
Лауриновая	С12:0 Додекановая	2,1	3,1
Каприновая	С10:0 Декановая	2,0	2,9
Каприловая	С8:0 Октановая	1,1	1,4
Арахиновая	С20:0 Эйкозановая	0,1	0,2
Бегеновая	С22:0 Докозановая	0,09	0,08
Мононенасыщенные жирные кислоты			
Олеиновая	С18:1 Октадеценовая	21,6	21,5
Пальмитолеиновая	С16:1 Гексадеценовая	1,6	1,6
Миристолеиновая	С14:1 Тетрадеценовая	0,7	0,3
Капролеиновая	С10:1 9-Деценовая	0,2	0,3
Эруковая	С22:1 Доказеновая	0,1	0,1
Полиненасыщенные жирные кислоты			
Линолевая	С18:2 Октадекадиеновая	2,2	2,8
Линоленовая (сумма изомеров)	С18:3α Октадекатриеновая	0,3	0,8
Сумма других кислот, количество которых в составе молочного жира менее 0,05 %		6,11	6,62

Использование в рационе семян рыжика обусловило увеличение общего количества полиненасыщенных жирных кислот в молочном жире на 1,1 абс.%, из них линолевой – на 0,6 абс.%, а α-линоленовой – на 0,5 абс.%. Данные жирные кислоты являются незаменимыми, так как, необходимы для нормальной жизнедеятельности организма, но не синтезируются им. Основная роль линолевой и α-линоленовой кислот в организме состоит в том, что они могут являться биохимическими предшественниками некоторых длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот (с 20 или 22 атомами углерода), необходимых для поддержания нормального функционирования клеток организма и синтеза ряда гормонов [20].

Заключение. Таким образом, результаты эксперимента показали, что термическую обработку семян рыжика путем микронизации целесообразно проводить в режимах включения одной или двух кассет с галогенными лампами. При такой обработке соотношение различных групп (насыщенных и ненасыщенных) жирных кислот в масле семян существенно не меняется. Вероятно, нагрев семян способствует трансформации отдельных видов жирных кислот, в связи с чем, количество пальмитиновой кислоты после обработки увеличилось примерно на 8 %, стеариновой – на 3 %, линолевой – на 2 %. В тоже время уменьшилось содержание олеиновой кислоты примерно на 3 %, эйкозеновой – на 1 %.

Скармливание дойным коровам семян рыжика, прошедших термическую обработку, в составе кормовой смеси существенно не изменило видовой состав жирных кислот в молоке, но способствовало увеличению количества некоторых особо ценных для организма человека полиненасыщенных жирных кислот – линолевой (в 1,3 раза) и линоленовой (в 2,7 раза).

Список источников

1. Филиппова О.Б., Кийко Е.И., Зазуля А.Н. Альтернативная энергетическая добавка в рационы коров // Наука в центральной России. 2018. № 1 (31). С.75-82.
2. Filippova O.B., Kiiko E.I., Zazulya A.N. Adding of Substandard Sunflower Seeds as an Energy Supplement to the Ration of Dairy Cows // Russian Agricultural Sciences. 2018. Vol. 44. No. 4. pp. 345-349. (DOI: 10.3103/S1068367418040080)
3. Филиппова О.Б., Кийко Е.И., Маслова Н.И. Натуральное зерно люпина в рационах коров // Зоотехния. 2016. № 12. С.11-15.
4. Kliem K.E., Humphries D.J., Grandison A.S. [et al.] Effect of a whey protein and rapeseed oil gel feed supplement on milk fatty acid composition of Holstein cows // Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 102. Iss. 1. pp. 288-300. (doi.org/10.3168/jds.2018-15247)
5. Muñoz C., Sánchez R., Peralta A. M. T. [et al.] Effects of feeding unprocessed oilseeds on methane emission, nitrogen utilization efficiency and milk fatty acid profile of lactating dairy cows // Animal Feed Science and Technology. 2019. Vol. 249. pp. 18-30. (doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.01.015)
6. Харитонов Е.Л. Физиология и биохимия молочного скота. – Боровск : Изд-во «Оптима Пресс», 2011. 372 с.
7. Буянкин В.И. Посеешь рыжик, пожнешь выгоду // Поле деятельности. 2013. № 5. С. 50-53.
8. Качество и жирнокислотный состав рыжикового масла // Т.В. Рензяева, О.П. Рензяев, В.И. Кривовяз, А.А. Проскурин, И.В. Пикулева, Т.М. Чикунова // Масложировая промышленность. 2003. № 3. С. 62-63.
9. Изучение закономерностей предварительной экструзионной подготовки масличных культур к процессу прессования / Л.Н. Фролова, В.Н. Василенко, И.В. Драган, Н.А. Михайлова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 2. С. 27-29.
10. Бойко Л.П., Трунова Л.А. Экструзионная технология переработки семян сои [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: http://www.eks-bio.ru/stati/page21/index.html
11. Брагинец Н.В., Рабштына В.А. Микронизация зерна // Комбикормовая промышленность. 1989. № 4. С. 55-67.
12. Будников Д.А., Васильев А.Н., Васильев А.А. Постановка задачи теплопроводности при СВЧ нагреве зерна для обеззараживания // Вестник ВНИИМЖ. 2014. №1 (13) С. 56-63.

13. Зверев С.В., Тюрев Е.П. ИК-излучение при переработке фуражного зерна // Комбикормовая промышленность. 1994. № 6. С. 9-11.

14. Патент на изобретение № 2645345 Российская Федерация. МПК A23B 9/02. Устройство для термообработки зерна / Шувалов А.М., Машков А.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ ВНИИТиН. - №2017116253, заяв. 10.05.2017; опубл. 21.02.2018. Бюл. №6.

15. Патент на изобретение № 2615004 Российская Федерация. МПК A23L 11/00. Способ обработки полножирных соевых бобов. / Шувалов А.М., Чернов Д.С., Шулаев Г.М., Вотановская Н.А., Машков А.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ ВНИИТиН. - №2015153579, заяв. 14.12.2015; опубл. 03.04.2017. Бюл. №10.

16. Шувалов А.М., Машков А.Н., Чернов Д.С., Калинин В.Ф., Набатов К.А. Расчет показателей процесса нагрева зерна сои //Техника в сельском хозяйстве. - 2014. -№ 6. -С. 7.

17. Чернов, Д.С. Экспериментальное определение оптимального соотношения тепловых потоков при комбинированном нагреве зерна сои / Д.С. Чернов, А.Н. Машков, А.М. Шувалов, Н.А. Вотановская, Г.М. Шулаев. // Вестник ВИЭСХ. –2015. –№2. –С.46–51.

18. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие. 3-е издание переработанное и дополненное / Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. – Москва, 2003. С. 38-51.

19. Зеленина О.Н., Прахова Т.Я. Жирнокислотный состав маслосемян озимого рыжика сорта Пензяк // Масличные культуры. 2009. № 2 (141). [Электронный ресурс] – Режим доступа : URL: https://cyberleninka.ru/article/n/zhirno-kislotnyy-sostav-maslosemyan-ozimogo-ryzhika-sorta-penzyak

20. Гладышев М.И. Незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты и их пищевые источники для человека // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. 2012. Т. 5. № 4. С. 352-386.

Reference

1. Filippova O.B., Kiiko E.I., Zazulya A.N. Alternative energy supplement in cow diets // Nauka v tsentral'noy Rossii (Science in Central Russia). 2018. No. 1 (31). pp. 75-82.

2. Filippova O.B., Kiiko E.I., Zazulya A.N. Adding of Substandard Sunflower Seeds as an Energy Supplement to the Ration of Dairy Cows // Russian Agricultural Sciences. 2018. Vol. 44. No. 4. pp. 345-349. (DOI: 10.3103/S1068367418040080)

3. Filippova O.B., Kiiko E.I., Maslova N.I. Natural grain of a lupine in diets of cows // Zootechniya (Zootechnics.). 2016. No. 12. pp. 11-15.

4. Kliem K.E., Humphries D.J., Grandison A.S. [et al.] Effect of a whey protein and rapeseed oil gel feed supplement on milk fatty acid composition of Holstein cows // Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 102. Iss. 1. pp. 288-300 (doi.org/10.3168/jds.2018-15247).

5. Muñoz C., Sánchez R., Peralta A. M. T. [et al.] Effects of feeding unprocessed oilseeds on methane emission, nitrogen utilization efficiency and milk fatty acid profile of lactating dairy cows // Animal Feed Science and Technology. 2019. Vol. 249. pp. 18-30. (doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.01.015)

6. Kharitonov E.L. Physiology and biochemistry of dairy cattle. – Borovsk : Publishing house "Optima Press", 2011. 372 p.

7. Buyankin V.I. Sow ginger, reap the benefits // Pole deyatel'nosti (Field of activity). 2013. No. 5. pp. 50-53.

8. Quality and fatty acid composition of ginger oil // T.V. Renzyaev, O.P. Renzyaev, V.I. Krivovyaz, A.A. Proskurin, I.V. Pikuleva, T.M. Chikunova // Maslozhirovaya promyshlennost' (Fat-and-oil industry). 2003. No. 3. pp. 62-63.

9. Studying the regularities of the preliminary extrusion preparation of oilseeds for the pressing process / L.N. Frolova, V.N. Vasilenko, I.V. Dragan, N.A. Mikhailova // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy (Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies). 2015. No. 2. pp. 27-29.

10. Boyko L.P., Trunova L.A. Extrusion technology of soybean seed processing [Electronic resource] – Access mode : URL: http://www.eks-bio.ru/stati/page21/index.html

11. Braginets N.V., Rabshtyna V.A. Grain micronization // Kombikormovaya promyshlennost' (Feed industry). 1989. No. 4. pp. 55-67.

12. Budnikov D.A., Vasiliev A.N., Vasiliev A.A. Statement of the problem of thermal conductivity during microwave heating of grain for disinfection // Vestnik VNII Mekhanizatsii Zhivotnovodstva (Bulletin of the Institute of Mechanization of Animal Husbandry). 2014. No. 1 (13) pp. 56-63.

13. Zverev C.B., Tyurev E.P. IR radiation in the processing of feed grain // Kombikormovaya promyshlennost' (Feed industry). 1994. No. 6. pp. 9-11.

14. Patent for invention No. 2645345 Russian Federation. IPC A23B 9/02. Device for heat treatment of grain / Shuvalov A.M., Mashkov A.N.; applicant and patent holder FGBNU VNIITiN. - No. 2017116253, application. 05.10.2017; publ. 02.21.2018. Bull. No. 6.

15. Patent for invention No. 2615004 Russian Federation. IPC A23L 11/00. Method for processing full-fat soybeans. / Shuvalov A.M., Chernov D.S., Shulaev G.M., Votanovskaya N.A., Mashkov A.N.; applicant and patent holder FGBNU VNIITiN. - No. 2015153579, application. 12.14.2015; publ. 04.03.2017. Bull. No. 10.

16. Shuvalov A.M., Mashkov A.N., Chernov D.S., Kalinin V.F., Nabatov K.A. Calculation of indicators of the soybean grain heating process //Technique in agriculture. - 2014. -№ 6. -P. 7.

17. Chernov, D.S. Experimental determination of the optimal ratio of heat flows during combined heating of soybean grains / D.S. Chernov, A.N. Mashkov, A.M. Shuvalov, N.A. Votanovskaya, G.M. Shulaev. // Vestnik VIESKh. –2015. –№2. –pp.46–51.

18. Norms and rations of feeding farm animals: a reference guide. 3rd edition revised and expanded / Edited by A.P. Kalashnikov, V.I. Fisinin, V.V. Shcheglova, N.I. Kleimenova. – Moscow, 2003. pp. 38-51.

19. Zelenina O.N., Prakhova T.Ya. Fatty acid composition of winter ginger oilseeds of the Penzyak variety // Maslichnyye kul'tury (Oilseeds). 2009. № 2 (141). [Electronic resource] – Access mode : URL: https://cyberleninka.ru/article/n/zhirno-kislotnyy-sostav-maslosemyan-ozimogo-ryzhika-sorta-penzyak

20. Gladyshev M.I. Irreplaceable polyunsaturated fatty acids and their food sources for humans // Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Biologiya (Journal of the Siberian Federal University. Biology). 2012. Vol. 5. No. 4. pp. 352-386.

Информация об авторах

О.Б. Филиппова - доктор биологических наук; А. Н. Машков - кандидат технических наук; А.И. Фролов – кандидат сельскохозяйственных наук; А.Н. Бетин - кандидат сельскохозяйственных наук.

Information about the authors

O.Filippova – Doctor of Biological Sciences, Professor; A. Mashkov - Candidate of Technical Sciences; A. Frolov - PhD in Agriculture; A. Betin - PhD in Agriculture.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию (Received): 23.07.2023 Принята к публикации (Accepted): 24.08.2023