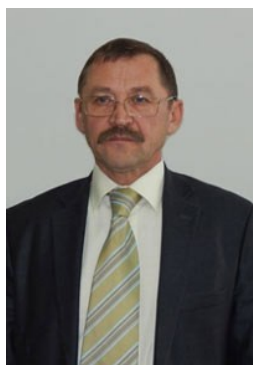


stvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – No. 9 (107). – S. 81-85.

26. Pat. 2584578 C1 Rossiiskaia Federatsiia, MPK A61K 35/14, A61K 35/20, A61K 35/745. Sposob primeneniia kompozitsionnogo gemo-preparata zhivotnym / O.S. Dansarunova, N.V. Kovaleva, V.Ts. Tsydyrov [i dr.]; zaiavitel i patentoobladatel Federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego professionalnogo obrazovaniia «Buriatskaia gosudarstvennaia selskokhoziaistvennaia akademiia im. V.R. Filippova». – No. 2015104188/15; zaiavl. 09.02.2015; opubl. 20.05.2016.

27. Fedorenko, T.V. Vlianie preparata iz kletok kostnogo mozga na pokazateli gumornal'nogo imuniteta sobak / T.V. Fedorenko // Problemy zootehnii, veterinarii i biologii selskokhoziaistvennykh zhivotnykh na Dalnem Vostoke: sb. nauch. tr. – Blagoveshchensk: Izd-vo Dalnevostochnogo gos. agrarnogo un-ta, 2016. – S. 123-128.

28. Reshetnikova, D.G. Effektivnost primeneniia tkanevogo biostimuliatora / D.G. Reshetnikova // Aktualnye problemy veterinarnoi meditsiny, zootehnii, biotekhnologii i ekspertizy syria i produktov zhivotnogo proiskhozhdeniia: Sbornik trudov nauchno-prakticheskoi tekhnologii. – 2022. – S. 190-191.



УДК 631.363.7.681.332.6

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-235-5-59-64

**В.В. Матюшев, А.В. Семенов,
И.А. Чаплыгина, Д.В. Карабухин
V.V. Matyushev, A.V. Semenov,
I.A. Chaplygina, D.V. Karabukhin**

ПРОИЗВОДСТВО ЭКСТРУДИРОВАННЫХ КОРМОВ ИЗ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ И ПРОРОЩЕННЫХ БОБОВ СОИ

PRODUCTION OF EXTRUDED FEEDS FROM WHEAT GRAIN AND SPROUTED SOYBEANS

Ключевые слова: зерно пшеницы, бобы сои, проращивание, экструдирование, смешивание, термическая обработка, оборудование, технология, обменная энергия, эктрудат.

Приготовленные к скармливанию животным кормовые смеси не всегда сбалансированы по основным элементам питания, в частности по протеину, витаминному составу, минеральным веществам. Повысить питательную ценность кормового рациона можно за счет введения в него комбикормов – концентратов на основе зерна пшеницы и соевых бобов, обладающих высоким содержанием обменной энергии. Соевые бобы не рекомендуется скармливать в сыром виде, так как в них содержатся антипитательные вещества. Для снижения

активности антипитательных веществ применяются способы термической обработки и проращивания. Поэтому исследования, направленные на изучение процесса производства экструдированных комбикормов – концентратов с предварительным проращиванием соевых бобов являются актуальными. Цель исследования – определить питательную ценность получаемого эктрудата на основе зерна пшеницы в зависимости от массового содержания предварительного пророщенных бобов сои в зерновой смеси перед экструдированием. В задачу исследования входило изучение химического состава и энергетической ценности эктрудатов. В качестве сырья использовалась яровая пшеница Новосибирская 15 и соевые бобы Заряница РС1. Проращивание бобов осуществлялось на разработанном и

запатентованном устройстве для проращивания зерна, смешивание – в смесителе лопастного типа, экструдирование – на шнековом экструдере. Пророщенные до 1,5-2 мм бобы сои вносились в смесь для экструдирования в количестве 10, 15, 20, 25%. Анализируя результаты проведенных исследований, установлено, что в полученных экструдатах из нативной пшеницы и пророщенной сои с увеличением ее концентрации в смеси с 10 до 25% происходит увеличение количества сырого протеина с 14,8 до 17,5%, сахара – с 3,55 до 4,3%, каротина – с 3,45 до 5,20 мг/кг. Количество крахмала уменьшается с 39,8 до 33,9%, БЭВ – с 78,5 до 74,0%. Обменная энергия изменяется незначительно и составляет в среднем 12,9 МДж/кг.

Keywords: *wheat grain, soybeans, germination, extrusion, mixing, heat treatment, equipment, technology, metabolizable energy, extrudate.*

Feed mixtures prepared for feeding to animals are not always balanced in terms of basic nutrients, in particular protein, vitamins and minerals. The nutritional value of diets can be increased by introducing concentrate feeds based on wheat grain and soybeans which have high content of metabolizable energy. But soybeans are not rec-

ommended to be fed raw as they contain antinutrients. To reduce the activity of antinutrients, heat treatment and germination methods are used. Therefore, research aimed at studying the production process of extruded feed - concentrates with pre-germination of soybeans - is relevant. The research goal is to determine the nutritional value of the resulting extrudate based on wheat grain depending on the weight content of pre-sprouted soybeans in the grain mixture before extrusion. The objective of the study was to study the chemical composition and energy value of extrudates. Spring wheat Novosibirskaya 15 and soybeans Zaryanitsa RS1 were used as raw materials. Sprouting of beans was carried out on a developed and patented device for sprouting grain, the material was mixed in a paddle-type mixer and extruded in a screw extruder. Soybeans sprouted to 1.5-2 mm were added to the mixture for extrusion in amounts of 10, 15, 20, and 25%. Analyzing the results, it was found that in the obtained extrudates from native wheat and sprouted soybeans with their increase concentration in the mixture from 10 to 25%, the amount of crude protein increased from 14.8 to 17.5%, sugar - from 3.55 to 4.3%, carotene - from 3.45 to 5.20 mg kg. The amount of starch decreases from 39.8 to 33.9%, nitrogen-free extractive substances - from 78.5 to 74.0%. Metabolizable energy changes slightly and averages 12.9 MJ kg.

Матюшев Василий Викторович, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, г. Красноярск, Российская Федерация, e-mail: don.matyusheff2015@yandex.ru.

Семенов Александр Викторович, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, г. Красноярск, Российская Федерация, e-mail: semenov02101960@mail.ru.

Чаплыгина Ирина Александровна, к.б.н., доцент, ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, г. Красноярск, Российская Федерация, e-mail: ledum_palustre@mail.ru.

Карабухин Дмитрий Владимирович, студент, ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, г. Красноярск, Российская Федерация, e-mail: karabuhindmitry@yandex.ru.

Matyushev Vasiliy Viktorovich, Dr. Tech. Sci., Prof., Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: don.matyusheff2015@yandex.ru.

Semenov Aleksandr Viktorovich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: semenov02101960@mail.ru.

Chaplygina Irina Aleksandrovna, Cand. Bio. Sci., Assoc. Prof., Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: ledum_palustre@mail.ru.

Karabukhin Dmitriy Vladimirovich, student, Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: karabuhindmitry@yandex.ru.

Введение

Причиной снижения продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы ряд авторов считает недостаток белка и витаминов в рационах кормления [1-3].

Для того, чтобы сбалансировать кормовой рацион по протеину, минеральным веществам и витаминам, в него добавляет ингредиенты с высоким содержанием данных веществ.

Одними из известных и широко распространенных культур, содержащих в своем составе большое количество протеина и минеральных веществ, являются зернобобовые растения, в первую очередь горох и соя, вместе с тем в них практически отсутствует каротин. Рассматривая сою и горох как кормовые культу-

ры, следует отметить, что в бобах сои содержание обменной энергии составляет 14,7-15,0 МДж/кг, это выше, чем у гороха, на 24-26% [2].

Использование сои в пищевых и кормовых системах с энергетической точки зрения является более целесообразным.

Несмотря на высокую кормовую ценность сои ее бобы нельзя скармливать в натуральном виде, так как в них содержатся некоторые антипитательные вещества (ингибитор трипсина, рафиноза, стахоза, уреазы и др.), представляющие собой антипищеварительные ферменты, которые вызывают заболевания пищеварительной системы [4].

Проведенные исследования показывают, что термическая обработка (обжаривание, обработка паром, варка, экструдирование) соевых бобов способствует значительной инактивации антипитательных веществ. Варка и проращивание производятся при температуре 100°C не менее 1 ч, использование автоклавов позволяет сократить время обработки до 19-20 мин. за счет повышения температуры до 110-120°C. При обжаривании зерно сначала замачивают до набухания, а затем производят нагрев при температуре 110-180°C в течение 10-12 мин. до появления светло-коричневого цвета оболочки [5-7]. Но длительное воздействие высоких температур оказывает отрицательное влияние на витаминный состав обрабатываемого продукта.

Использование для термической обработки пресс-экструдеров позволяет максимально сохранить витаминный состав в продукте за счет короткого по времени (5-6 с) воздействия на него высокой температуры [8].

Однако ингибиторы трипсина являются термостойкими. При термических способах обработки их содержание в бобах сои снижается незначительно. К способу обработки, который позволяет снизить активность ингибиторов трипсина без воздействия температуры, относится проращивание [9, 10].

Исследованиями установлено, что предварительное проращивание зерна (овса, кукурузы и др.) перед экструдированием позволяет повысить в получаемом кормовом продукте содержание кальция, фосфора и витаминного состава наряду с повышением его усвояемости и нейтрализации антипитательных веществ [8, 11-13].

В связи с этим исследования, направленные на изучение оптимального содержания пророщенной сои, выращенной в условиях Красноярского края, в зерновой смеси перед экструдированием являются актуальными.

Цель исследования – определить питательную ценность полученного экструдата в зависимости от массового содержания пророщенной сои в зерновой смеси перед экструдированием.

Задача исследования – изучить химический состав и провести энергетическую оценку экструдатов полученных из зерна пшеницы пророщенных бобов сои в зависимости от их содержания в смеси.

Объект и методы

Экспериментальные исследования по получению экструдатов из смеси нативной пшеницы и пророщенных бобов сои проводились в условиях Инжинирингового центра Красноярского ГАУ.

В качестве сырья использовали пшеницу Новосибирская 15 и бобы сои Заряница РС1, как широко возделываемые в земледельческой зоне Красноярского края.

Проращивание бобов сои осуществлялось на созданном и запатентованном сотрудниками Красноярского ГАУ устройстве для проращивания зерна [14, 15] до размера ростков 1,5-2 мм. Смешивание проводилось на лабораторном смесителе. Пророщенные бобы вносили в количестве 10, 15, 20, 25% от массы смеси. Данное соотношение компонентов обеспечивает стабильность процесса экструзии обусловленное влажностью исходной смеси. Экструдирование проводили на экструдере ЭК-100.

Алгоритм проведения эксперимента по производству экструдата из смеси нативного зерна пшеницы и пророщенных бобов сои представлен на рисунке.

Химический состав сырья и полученных образцов экструдата исследовали в аккредитованной лаборатории ГЦАС «Красноярский».

Результаты исследований и их обсуждение

Химический состав и обменная энергия пророщенной, экструдированной сои, экструдатов из смеси нативной пшеницы и пророщенной сои представлены в таблице.

Анализ данных таблицы показывает, что в пророщенной сое по сравнению с экструдированной содержание сырого протеина и крахмала снижается с 32,10 до 12,13% и с 5,65 до 4,82% соответственно. Вместе с тем содержание сырой клетчатки увеличивается с 10,90 до 17,20%, сахара – с 9,70 до 12,80%, БЭВ – с 37,00 до 52,10%, каротина – с 5,50 до 13,45 мг/кг.

В экструдатах из нативного зерна пшеницы и пророщенной сои с увеличением массовой доли пророщенного компонента в смеси с 10 до 25% содержание сырого протеина увеличивается на 2,7%, сахара – на 0,75%, каротина – на 1,75 мг/кг. Сырая клетчатка практически остается неизменной и составляет в среднем 4,52%. При этом содержание крахмала снижается на 5,9%, БЭВ – на 4,9%.

Обменная энергия экструдатов, произведенных из нативной пшеницы с внесением в смесь перед экструдированием пророщенной сои в количестве 10-25%, изменяется незначительно

и составляет 12,85-12,95 МДж/кг, что выше, чем у пророщенной сои (12,62 МДж/кг), и ниже, чем у экструдированных нативных бобов сои (14,14 МДж/кг).

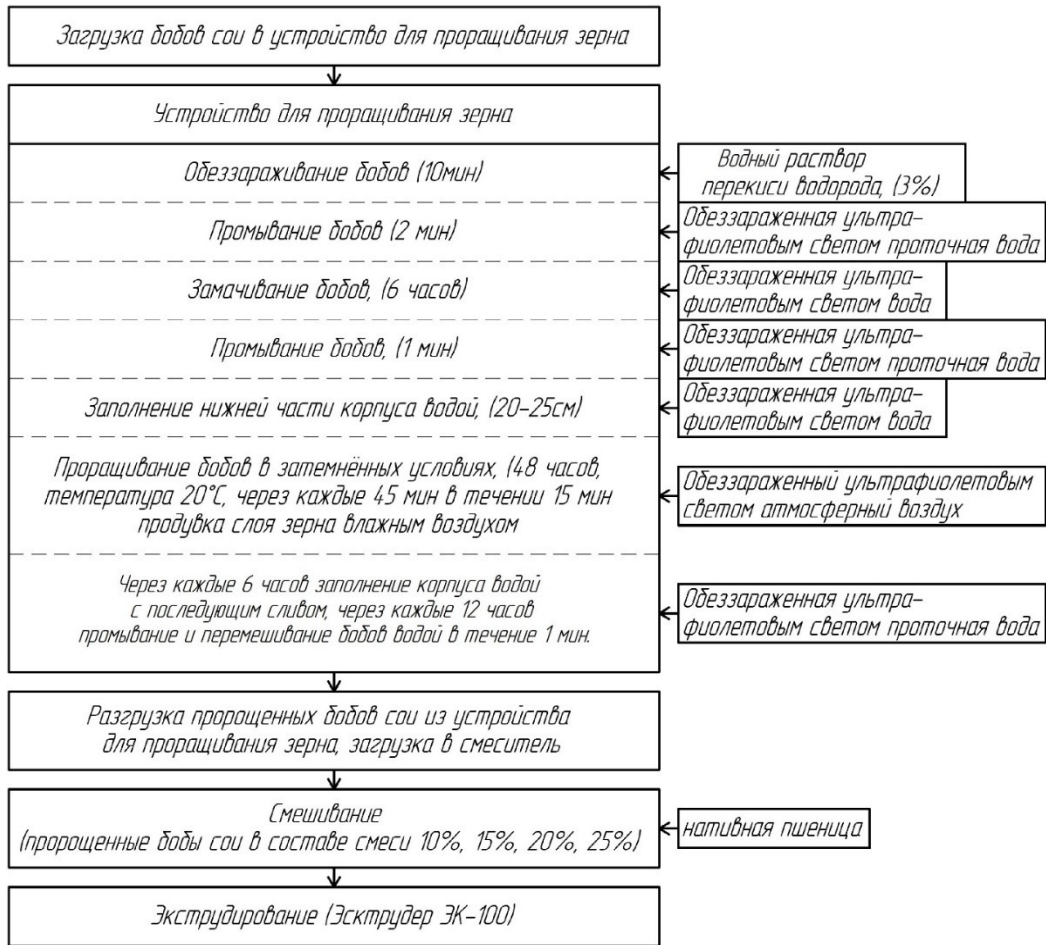


Рис. Алгоритм проведения эксперимента по производству экструдата из смеси нативного зерна пшеницы и пророщенных бобов сои

Таблица

Химический состав и обменная энергия пророщенной, экструдированной сои, экструдатов из смеси нативной пшеницы и пророщенной сои

Наименование продукта	Сырой протеин, %	Сырая клетчатка, %	Сахар, %	Крахмал, %	БЭВ, %	Каротин, мг/кг	Обменная энергия, МДж/кг
Соя пророщенная	12,13	17,20	12,80	4,82	52,10	13,45	12,62
Соя экструдированная	32,10	10,90	9,70	5,65	37,00	5,90	14,15
Экструдат пшеница : пророщенная соя 10%	14,80	3,90	3,55	39,80	78,50	3,45	12,94
Экструдат пшеница : пророщенная соя 15%	15,08	4,56	3,95	37,90	77,60	4,08	12,85
Экструдат пшеница: пророщенная соя 20%	16,80	4,60	4,15	38,50	75,50	4,70	12,85
Экструдат пшеница : пророщенная соя 25%	17,50	5,05	4,30	33,90	74,00	5,20	12,95

Выводы

Результаты проведенных исследований показывают, что подготовка нативного зерна пшеницы к скармливанию как основного компонента в комбикорме-концентрате с добавлением в смесь перед экструдированием пророщенных бобов сои положительно влияет на химический состав экструдата.

Так, содержание обменной энергии в нативной пшенице составляет 12,56 МДж/кг, в экструдированной – 12,77 МДж/кг [13], в экструдате (смесь нативной пшеницы и 10-25% пророщенной сои) – 12,9 МДж/кг. Оптимальным соотношением нативной пшеницы и пророщенной сои является 75-80 : 20-25% соответственно. Дальнейшее увеличение массовой доли пророщенной сои приводит к переувлажнению исходной кормовой смеси перед экструдированием и, как следствие, снижению качества экструдата.

Библиографический список

1. Механизация и технология животноводства: учебное пособие / В. В. Кирсанов, Д. Н. Мурусидзе, В. Ф. Некрашевич [и др.]. – Москва: Колос, 2007. – 584 с. – Текст: непосредственный.

2. Полева, Т. А. Нормированное кормление крупного рогатого скота: учебное пособие / Т. А. Полева; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 220 с. – Текст: непосредственный.

3. Снижение потерь протеина при консервации сенажа из эспарцета использованием биологического консерванта «Пробактил» / А. М. Булгаков, С. В. Шлее, Е. А. Шевченко [и др.]. – DOI 10.53083/1996-4277-2023-228-10-69-73. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2023. – № 10 (228). – С. 69-73.

4. Петибская, В. С. Достоинства и недостатки семян сои и их роль в формировании качества пищевых продуктов и лечебных препаратов / В.С. Петибская. – Текст: непосредственный // Масличные культуры: научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2006. – № 2 (135). – С. 122-128.

5. Комлацкий, Г. В. Соя в кормлении поросят – отъёмышей / Г. В. Комлацкий. – Текст: непо-

средственный // Сборник научных трудов КНЦЗВ. – 2019. – Т. 8, № 2. – С. 74-78.

6. Применение сои в кормах. Портал промышленного скотоводства. – URL: <https://www.korovainfo.ru/article/primenenie-soi-v-kormah/> (дата обращения: 23.11.2023). – Текст: электронный.

7. Щеглов, В. В. Корма: приготовление, хранение, использование: справочник / В. В. Щеглов, Л. Г. Боярский. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 255 с. – Текст: непосредственный.

8. Трубников Ю. Н. Перспективные способы заготовки кормов: практическое пособие / Ю. Н. Трубников, В. Л. Колесникова, В. П. Данилов; Красноярский НИИСХ Россельхозакадемии. – Красноярск, 2013. – 24 с. – Текст: непосредственный.

9. Курков, Ю. Б. Повышение эффективности использования соевого зерна при кормлении крупного рогатого скота / Ю. Б. Курков. – Текст: непосредственный // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2006. – № 10. – С. 238-241.

10. Петибская, В. С. Питательная ценность соевых проростков / В. С. Петибская, Е. Г. Ефремова. – Текст: непосредственный // Food Technology – № 1. – С. 36-39.

11. Химический состав и питательность зерна пшеницы, ячменя и кукурузы в зависимости от способов подготовки их к скармливанию / Н. Н. Швецов, Н. П. Зуев, М. М. Наумов [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 12 (134). – С. 101-106.

12. Matyushev V.V., et al. (2020). Method of increasing the mixed fodder nutritional and energy value. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 421. 062033. DOI: 10.1088/1755-1315/421/6/062033.

13. Инновационные методы подготовки зерновых кормов, обработанных методом экструдирования с предварительным проращиванием одного из компонентов, с целью использования в скотоводстве: научно-практические рекомендации / В. В. Матюшев, И. А. Чаплыгина, А. В. Семёнов, Е. Н. Олейникова. – Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2020. – 39 с. – Текст: непосредственный.

14. Патент №2769803 С2 Российская Федерация, МПК А01С 1/02. Устройство для прора-

щивания зерна: № 2020131218: заявл. 21,09,2020: опубли. 06.04.2022 / Матюшев В. В., Невзоров В. Н., Семёнов А. В. [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ. – Текст: непосредственный.

15. Матюшев, В. В. Повышение эффективности технологии получения экструдатов путём совершенствования оборудования для проращивания зерна / В. В. Матюшев, А. В. Семёнов, И. А. Чаплыгина. – DOI 10.53083/1996-4277-2023-228-10-93-97. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2023. – № 10 (228). – С. 93-97.

References

1. Mekhanizatsiia i tekhnologiiia zhivotnovodstva: ucheb. posobie / V.V. Kirsanov, D.N. Murusidze, V.F. Nekrashevich i dr. – Moskva: Kolos, 2007. – 584 s.

2. Poleva T.A. Normirovannoe kormlenie krupnogo rogatogo skota: ucheb. posobie / T.A. Poleva; Krasnoiar. gos. agrar. un-t. – Krasnoiar. 2017. – 220 s.

3. Bulgakov A.M. Snizhenie poter proteina pri konservatsii senazha iz espartseta ispolzovaniem biologicheskogo konservanta «Probaktil» / A.M. Bulgakov, S.V. Shlee, E.A. Shevchenko [i dr.] // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2023. – No. 10 (228). – S. 69-73.

4. Petibskaia V.S. Dostoinstva i nedostatki semian soi i ikh rol v formirovanii kachestva pishchevykh produktov i lechebnykh preparatov / V.S. Pitebskaia // Maslichnye kultury. Nauchno-tekhnicheskii biulleten Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kultur. – 2006. – No. 2 (135). – S. 122-128.

5. Komlatskii G.V. Soia v kormlenii porosiat – oteemyshei / G.V. Komlatskii // Sbornik nauchnykh trudov KNTsZV. – 2019. – T. 8. – No. 2. – S. 74-78.

6. Primenenie soi v kormakh. Portal promyshlennogo skotovodstva [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.korovainfo.ru/article/primenenie-soi-v-kormah/> (data obrashcheniia 23.11.2023).

7. Shcheglov V.V. Korma: prigotovlenie, khranenie, ispolzovanie: spravochnik / V.V. Shcheglov, L.G. Boiarskii – Moskva: Agropromizdat, 1990. – 255 s.

8. Trubnikov Iu.N. Perspektivnye sposoby zagotovki kormov: praktich. posobie / Iu.N. Trubnikov, V.L. Kolesnikova, V.P. Danilov; Krasnoiar'skii NIISKh Rosselkhozakademii. – Krasnoiar'sk, 2013. – 24 s.

9. Kurkov Iu.B. Povyshenie effektivnosti ispolzovaniia soevogo zerna pri kormlenii krupnogo rogatogo skota / Iu.B. Kurkov // Vestnik KrasGAU. – 2006. – No. 10. – S. 238-241.

10. Petibskaia V.S. Pitatelnaia tsennost soevykh prorostkov / V.S. Petibskaia, E.G. Efremova // Food Technology. – 2005. – No. 1. – S. 36-39.

11. Shvetsov N.N. Khimicheskii sostav i pitatel'nost zerna pshenitsy, iachmenia i kukuruzy v zavisimosti ot sposobov podgotovki ikh k skarmlivaniiu / N.N. Shvetsov, N.P. Zuev, M.M. Naumov [i dr.] // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – No. 12 (134). – S. 101-106.

12. Matyushev V.V., et al. (2020). Method of increasing the mixed fodder nutritional and energy value. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 421. 062033. DOI: 10.1088/1755-1315/421/6/062033.

13. Innovatsionnye metody podgotovki zernovykh kormov, obrabotannykh metodom ekstrudirovaniia s predvaritel'nykh prorashchivaniem odnogo iz komponentov, s tseliu ispolzovaniia k skotovodstvu: nauchno-prakticheskie rekomendatsii / V.V. Matushev, I.A. Chaplygina, A.V. Semenov, E.N. Oleinikova. – Krasnoiar'sk: Krasnoiar. gos. agrar. un-t. – 2020. – 39 s.

14. Patent No. 2769803 S2 Rossiiskaia Federatsiia, MPK A01S 1/02. Ustroistvo dlia prorashchivaniia zerna: No. 2020131218: zaiavl. 21,09,2020: опубли. 06.04.2022 / Matushev V.V., Nevzorov V.N., Semenov A.V. [i dr.]; zaiavitel' FGBOU VO Krasnoiar'skii GAU.

15. Matushev V.V. Povyshenie effektivnosti tekhnologii polucheniia ekstrudatov putem sovershenstvovaniia oborudovaniia dlia prorashchivaniia zerna / V.V. Matushev, A.V. Semenov, I.A. Chaplygina // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2023. – No. 10 (228). – S. 93-97.

