

**Василий Викторович Матюшев**

Красноярский государственный аграрный университет, заведующий кафедрой товароведения и управления качеством продукции АПК, доктор технических наук, профессор, Красноярск, Россия  
E-mail: matyushe@yandex.ru

**Ирина Александровна Чаплыгина**

Красноярский государственный аграрный университет, доцент кафедры товароведения и управления качеством продукции АПК, кандидат биологических наук, доцент, Красноярск, Россия  
E-mail: ledum\_palustre@mail.ru

**Александр Викторович Семенов**

Красноярский государственный аграрный университет, заведующий кафедрой механизации и технического сервиса в АПК, кандидат технических наук, доцент, Красноярск, Россия  
E-mail: matyushe@yandex.ru

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЕЙ,  
С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ ПРОРАЩИВАНИЕМ РАПСА, В ЭКСТРУЗИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ**

*Цель исследования – определить влияние основного компонента смеси с включением пророщенных семян рапса на питательную ценность экструдированных кормов. Задачи исследования: определить качественные характеристики четырехкомпонентной экструдированной смеси с включением пророщенных семян рапса в зависимости от используемого основного компонента. В исследованиях в качестве основных компонентов использовались пшеница Новосибирская 15 (элита), ячмень Биом, овес Саян РС 3. Другими компонентами смеси являлись: соя Заряница РС1, горох Радомир (элита), семена рапса Траппер В4 2018. Исследования по экструдированию четырехкомпонентных смесей на основе зерна пшеницы, ячменя или овса с включением сои, гороха и пророщенных семян рапса проводились в Инжиниринговом центре ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ. Образцы исследовались по аккредитованным методикам в ФГБУ «Красноярский референтный центр Россельхознадзора» и ФГБУ ГЦАС «Красноярский». Наибольшее количество сырого протеина содержится в экструдированной смеси на основе пшеницы (25,24 %). Содержание сырого жира в экструдатах на основе пшеницы, ячменя и овса составляло соответственно 7,70 %; 9,10 и 9,00 %. В сравниваемых вариантах содержание сырой клетчатки изменялось от 5,88 % (на основе ячменя) до 10,37 % (на основе овса). Содержание БЭВ изменялось в сравниваемых вариантах от 52,15 до 57,53 %. Наибольшее количество каротина содержится в вариантах на основе ячменя (7,0 мг/кг) и овса (6,0 мг/кг), крахмала на основе пшеницы (35,9 %) и ячменя (35,9 %), сахара на основе ячменя (5,76 %) и овса (5,52 %). Наибольшее содержание обменной энергии выявлено в экструдированных кормовых смесях на основе ячменя (14,02 МДж/кг СВ) и пшеницы (13,88 МДж/кг СВ), наименьшее на основе овса (13,26 МДж/кг СВ).*

**Ключевые слова:** пшеница, ячмень, овес, пророщенный рапс, смесь, экструдат, обменная энергия.

**Vasilij V. Matyushev**

Krasnoyarsk State Agrarian University, Head of the Department of Commodity Science and Quality Management of Agricultural Products, Doctor of Technical Sciences, Professor, Krasnoyarsk, Russia  
E-mail: matyushe@yandex.ru

**Irina A. Chaplygina**

Krasnoyarsk State Agrarian University, Associate Professor at the Department of Commodity Science and Quality Management of Agricultural Products, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Krasnoyarsk, Russia  
E-mail: ledum\_palustre@mail.ru

**Alexander V. Semenov**

Krasnoyarsk State Agrarian University, Head of the Department of Mechanization and Technical Service in Agroindustrial Complex, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Krasnoyarsk, Russia  
E-mail: matyushe@yandex.ru

## USE OF FOUR-COMPONENT MIXTURES WITH PRELIMINARY SPROUTED RAPE SEEDS IN EXTRUSION TECHNOLOGIES

*The aim of the study is to determine the effect of the main component of the mixture with the inclusion of sprouted rape seeds on the nutritional value of extruded feed. Research objectives are to determine the qualitative characteristics of a four-component extruded mixture with the inclusion of sprouted rape seeds, depending on the main component used. In the studies, wheat Novosibirskaya 15 (elite), barley Biom, oats Sayan RS 3 were used as the main components. Other components of the mixture were: Zaryanica RS1 soybeans, Radomir peas (elite), rape seeds Trapper B4 2018. Studies on the extrusion of four-component mixtures based on wheat, barley or oats with the inclusion of soybeans, peas and sprouted rape seeds were carried out at the Engineering Center of the Krasnoyarsk State Agrarian University. The samples were examined according to accredited methods at the FSBI "Krasnoyarsk Reference Center of Rosselkhoznadzor" and FSBI State Center of Agrochemical Service "KRASNOYARSKY". The largest amount of crude protein is found in the extruded mixture based on wheat (25.24 %). The crude fat content of the wheat, barley and oat extrudates was 7.70 %, respectively; 9.10 and 9.00 %. In the compared samples, the crude fiber content varied from 5.88 % (based on barley) to 10.37 % (based on oats). The content of nitrogen-free extractive substances varied in the compared variants from 52.15 to 57.53 %. The largest amount of carotene is found in variants based on barley (7.0 mg/kg) and oats (6.0 mg/kg), starch based on wheat (35.9 %) and barley (35.9 %), sugar based on barley (5.76 %) and oats (5.52 %). The highest content of exchangeable energy was in the extruded feed mixtures based on barley (14.02 MJ/kg DM) and wheat (13.88 MJ/kg DM), the lowest based on oats (13.26 MJ/kg DM).*

**Keywords:** wheat, barley, oats, sprouted rapeseed, mixture, extrudate, exchange energy.

**Введение.** Для повышения эффективности использования зерновых кормов в рационе животных применяют различные способы их подготовки к скармливанию [1].

Проведенная сравнительная оценка разработанных рецептов кормосмесей с использованием в них зерна пшеницы, ячменя и кукурузы, подготовленных к скармливанию плющением, проращиванием и экструдированием, показала, что наиболее эффективным является способ проращивания исходного растительного сырья с последующим его экструдированием [2–5].

По сравнению с плющением смеси предлагаемый способ позволил увеличить прибыль и уровень рентабельности соответственно на 2,4–9,0 и 0,4–2,2 % [6, 7].

Предварительное проращивание зерна рапса с последующим экструдированием сырья, по сравнению с использованием лишь одного экструдирования, способствовало улучшению отдельных биохимических показателей крови телят [7].

В работе [4] указано, что использование зерносмеси в кормлении телят и коров, состоящей из 25 % ржи, 20 гороха, 25 кукурузы и 30 % предварительно пророщенного рапса с последующей ее экструзией, экономически выгодно.

Несмотря на опубликованные результаты исследований, недостаточно изучен вопрос количественного и качественного состава зерна из местных сырьевых ресурсов, используемого для проращивания и дальнейшего использования в качестве компонента смеси в экструзионных технологиях.

Актуальными являются исследования, направленные на выбор культур из местных сырьевых ресурсов, используемых для проращивания, применение пророщенных семян как компонента смеси в экструзионных технологиях.

**Цель исследований.** Определить влияние основного компонента смеси с включением пророщенных семян рапса на питательную ценность экструдированных кормов.

**Задачи исследований:** определить качественные характеристики четырехкомпонентной экструдированной смеси с включением пророщенных семян рапса в зависимости от используемого основного компонента.

**Объекты и методы исследований.** В исследованиях в качестве основных компонентов использовались пшеница Новосибирская 15 (элита), ячмень Биом, овес Саян РС 3. Другими компонентами смеси являлись: соя Заряница

РС1, горох Радомир (элита), семена рапса Траппер В4 2018. Выбор культур обусловлен местными сырьевыми ресурсами и их питательной ценностью.

Исследования по экструдированию четырехкомпонентных смесей на основе зерна пшеницы, ячменя или овса с включением сои, гороха и пророщенных семян рапса проводились в Инжиниринговом центре ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ в следующих вариантах:

1) пшеница : соя : горох : пророщенный рапс (40:20:20:20);

2) ячмень : соя : горох : пророщенный рапс (40:20:20:20);

3) овес : соя : горох : пророщенный рапс (40:20:20:20).

Выбранные для экструзии соотношения компонентов смеси обоснованы влажностью сырья,

обеспечивающей стабильность протекания процесса. Для получения смесей для экструзии семена рапса проращивали до получения ростков 2 мм [8] на экспериментальной установке (положительное решение на изобретение). Экструзию смесей проводили на экструдере ЭК-100. Образцы исследовались по аккредитованным методикам в ФГБУ «Красноярский референтный центр Россельхознадзора» и ФГБУ ГЦАС «Красноярский». Полученные данные подвергли статистической обработке посредством пакета анализа данных MS Excel. Производили первичный статистический и однофакторный дисперсионный анализ.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Наибольшее количество сырого протеина (рис. 1, а) содержится в экструдированных смесях на основе пшеницы (25,24 %).

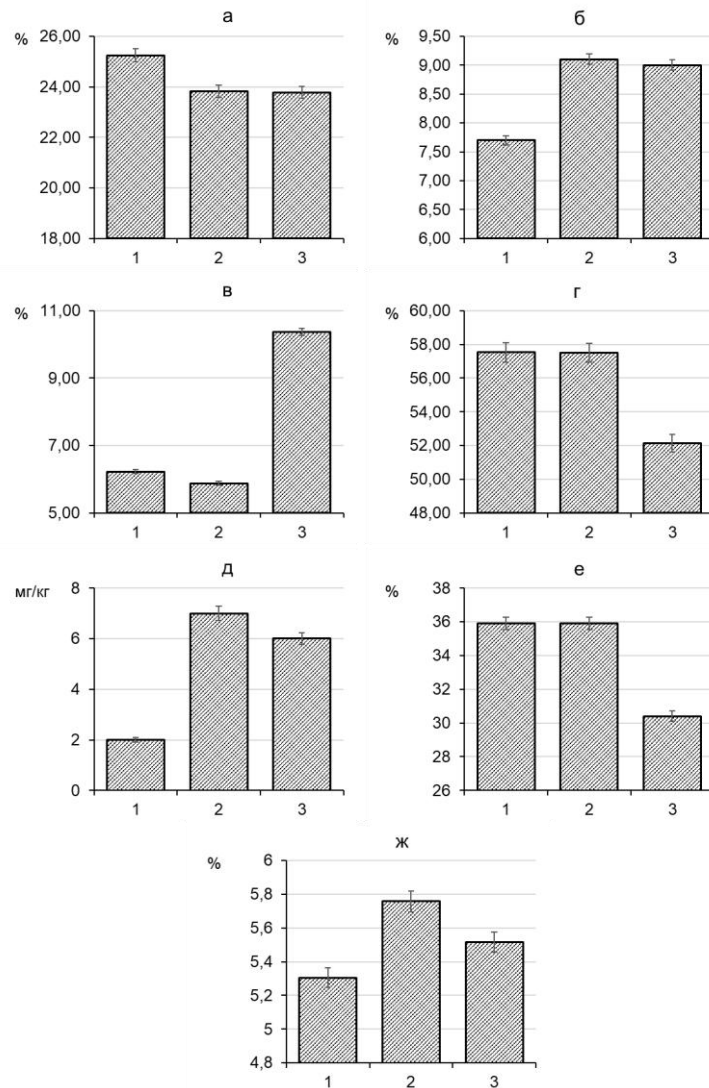


Рис. 1. Состав экструдированной смеси в сравниваемых вариантах (на сухое вещество): а – протеин; б – жир; в – клетчатка; г – БЭВ; д – каротин; е – крахмал; ж – сахар

В экструдированных смесях на основе ячменя и овса содержание сырого протеина составило соответственно 23,83 и 23,78 %.

Содержание сырого жира (см. рис. 1, б) в экструдатах на основе пшеницы, ячменя и овса составляло 7,70 %, 9,10 и 9,00 % соответственно. В сравниваемых вариантах содержание сырой клетчатки (см. рис. 1, в) изменялось от 5,88 (вариант 2, на основе ячменя) до 10,37 % (вариант 3, на основе овса). Содержание БЭВ (см. рис. 1, г) составляло в вариантах 1 – 57,53 %; 2 – 57,50; 3 – 52,15 %. В полученной кормовой экструдированной смеси наибольшее количество каротина (см. рис. 1, д) содержится в вариантах на основе ячменя (7,0 мг/кг) и овса

(6,0 мг/кг). Наименьшее количество каротина содержится в экструдированной смеси на основе пшеницы (2,0 мг/кг). Наибольшее количество крахмала в экструдированных кормовых смесях (см. рис. 1, е) содержится в вариантах на основе пшеницы (35,9 %) и на основе ячменя (35,9 %). Наименьшее содержание крахмала отмечено в варианте 3 на основе овса – 30,4 %. Экструдированная кормовая смесь содержит наибольшее количество сахара (см. рис. 1, ж) на основе ячменя (5,76 %), овса (5,52 %) и наименьшее на основе пшеницы (5,30 %).

Содержание обменной энергии в экструдированных кормовых смесях с пророщенным зерном представлено на рисунке 2.

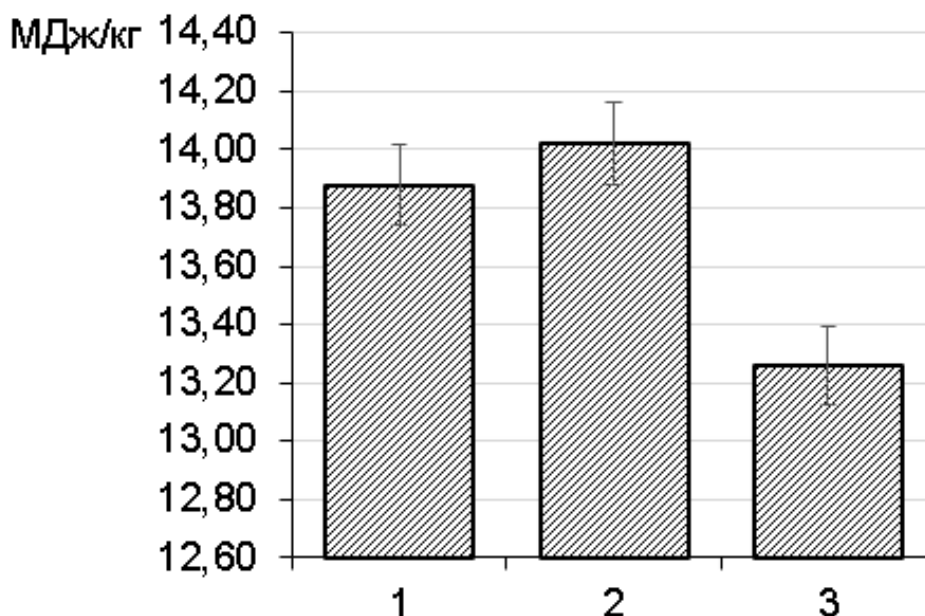


Рис. 2. Содержание обменной энергии в экструдированных кормовых смесях, МДж/кг

Наибольшее содержание обменной энергии отмечено в экструдированных кормовых смесях на основе ячменя (14,02 МДж/кг СВ) и пшеницы (13,88 МДж/кг СВ), наименьшие – на основе овса (13,26 МДж/кг СВ).

Оценку значимости различий полученных средних значений содержания основных питательных веществ осуществляли с применением однофакторного дисперсионного анализа. Согласно проведенным расчетам при достоверно-

сти различий на уровне 99 %, значение  $F=25,94$  превышает значение  $F_{крит}=2,85$ , что подтверждает достоверное изменение содержания основных питательных веществ в зависимости от состава экструдированных смесей. При этом показатель силы влияния составил 98,9 %.

Общий вид экструдатов и измельченного текстурата предлагаемых вариантов представлен на рисунке 3.

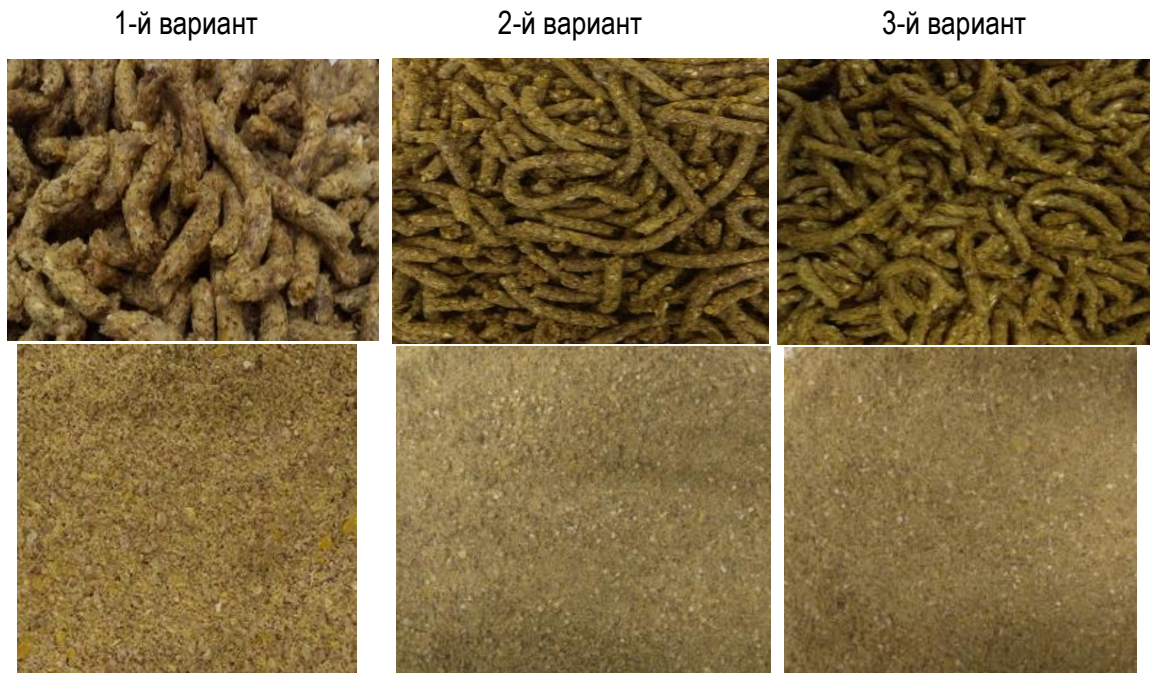


Рис. 3. Общий вид экструдатов и измельченного текстура предлагаемых вариантов

Наибольший экономический эффект (5,39 руб/кг) получен при производстве четырехкомпонентной экструдированной смеси на основе ячменя с использованием пророщенных семян рапса.

Замена 30 % зернового компонента на экструдированную кормовую смесь с пророщенным зерном ячменя позволяет снизить себестоимость готовой продукции на 2,5 %.

Результаты исследований свидетельствуют о изменениях качества экструдированного корма в зависимости от применяемого основного компонента смеси.

**Выводы.** Проведенные исследования свидетельствуют о том, что содержание основных питательных веществ и энергетическая ценность полученных экструдатов варьируют в зависимости от используемого основного компонента смеси. В сравниваемых вариантах наибольшее содержание обменной энергии отмечалось в экструдированных кормовых смесях на основе ячменя (14,02 МДж/кг СВ). В экструдате на основе ячменя содержится наибольшее содержание сырого жира, сырой клетчатки, каротина, ячменя, сахара. Замена 30 % зернового компонента на экструдированную кормовую смесь с пророщенным зерном ячменя позволяет снизить себестоимость готовой продукции на 2,5 %.

Использование четырехкомпонентной экструдированной смеси в составе комбикормов позво-

ляет заменить дорогостоящие ингредиенты, входящие в состав рецептуры, повысить питательную и энергетическую ценность кормов. В зависимости от наличия зерна в сельскохозяйственном предприятии и рациона животных указанные составы смесей можно использовать для получения сбалансированных рационов.

### Литература

1. Анализ технологий подготовки нетрадиционных кормов к скармливанию сельскохозяйственным животным / Д.Н. Алгазин, Д.А. Воробьев, А.И. Забудский [и др.] // Научное и техническое обеспечение АПК, состояние и перспективы развития: сб. мат-лов нац. науч.-практ. конф. / Омский ГАУ им. П.А. Столыпина. Омск, 2017. С. 4–11.
2. Матюшев В.В., Чаплыгина И.А., Семенов А.В. Анализ способов и оборудования для проращивания зерна // Проблемы современной аграрной науки: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. (15 октября 2020 г.) / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2020. С. 364–366.
3. Матюшев В.В., Чаплыгина И.А., Семенов А.В. Производство экструдированных кормов с предварительным проращиванием одного из компонентов смеси // Проблемы современной аграрной науки: мат-лы между-

- нар. науч.-практ. конф. (15 октября 2020 г.) / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2020. С. 367–369.
4. Сайфуллин А.С. Влияние экструдированного корма, с предварительным проращиванием рапса, на организм крупного рогатого скота: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.02.05. Казань, 2018. 23 с.
  5. Швецов Н.Н., Иевлев М.Ю. Использование пророщенных экструдированных зерновых кормов в кормосмесях для дойных коров // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. № 3. С. 56–58.
  6. Новые кормосмеси с пророщенным и экструдированным зерном для дойных коров / Н.Н. Швецов, М.Р. Швецова, М.Ю. Иевлев [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 1. С. 47–49.
  7. Влияние экструдированного корма на показатели белкового обмена телят / В.Г. Софронов, Н.И. Данилова, Э.И. Ямаев [и др.] // Перспективы развития современных сельскохозяйственных наук: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. Воронеж, 2017. С. 22–25.
  8. The development of technological parameters of seed sprouting before extrusion / I.A. Chaplygina, V.V. Matyushev, E.V. Shanina // III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, 2020. DOI: 10.1088/1755-1315/548/4/042067.
  2. Matyushev V.V., Chaplygina I.A., Semenov A.V. Analiz sposobov i oborudovaniya dlya proraschivaniya zerna // Problemy sovremennoj agrarnoj nauki: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (15 oktyabrya 2020 g.) / Krasnoyarsk. gos. agrar. un-t. Krasnoyarsk, 2020. S. 364–366.
  3. Matyushev V.V., Chaplygina I.A., Semenov A.V. Proizvodstvo `ekstrudirovannyh kormov s predvaritel'nym proraschivaniem odnogo iz komponentov smesi // Problemy sovremennoj agrarnoj nauki: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (15 oktyabrya 2020 g.) / Krasnoyarsk. gos. agrar. un-t. Krasnoyarsk, 2020. S. 367–369.
  4. Sajfullin A.S. Vliyanie `ekstrudirovannogo korma, s predvaritel'nym proraschivaniem rapasa, na organizm krupnogo rogatogo skota: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 06.02.05. Kazan', 2018. 23 s.
  5. Shvecov N.N., Ievlev M.Yu. Ispol'zovanie proraschennyh `ekstrudirovannyh zernovyh kormov v kormosmesyah dlya dojnyh korov // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2011. № 3. S. 56–58.
  6. Novye kormosmesi s proraschennym i `ekstrudirovannym zemom dlya dojnyh korov / N.N. Shvecov, M.R. Shvecova, M.Yu. Ievlev [i dr.] // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2014. № 1. S. 47–49.
  7. Vliyanie `ekstrudirovannogo korma na pokazateli belkovogo obmena telyat / V.G. Sofronov, N.I. Danilova, `E.I. Yamaev [i dr.] // Perspektivy razvitiya sovremennyh sel'skohozyajstvennyh nauk: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Voronezh, 2017. S. 22–25.
  8. The development of technological parameters of seed sprouting before extrusion / I.A. Chaplygina, V.V. Matyushev, E.V. Shanina // III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, 2020. DOI: 10.1088/1755-1315/548/4/042067.

## References

1. Analiz tehnologij podgotovki netradicionnyh kormov k skarmlivaniyu sel'skohozyajstvennym zhivotnym / D.N. Algazin, D.A. Vorob'ev, A.I. Zabudskij [i dr.] // Nauchnoe i tehicheskoe obespechenie APK, sostoyanie i perspektivy razvitiya: sb. mat-lov nac. nauch.-prakt. konf. / Omskij GAU im. P.A. Stolypina. Omsk, 2017. S. 4–11.