

## Подготовка стебельного растительного сырья при производстве брикетированных кормовых смесей

Лариса И. Лыткина	<sup>1</sup>	larissaig2410@rambler.ru	 0000-0001-7857-7756
Евгения С. Шенцова	<sup>1</sup>	evgeniya-shencova@ya.ru	 0000-0002-4744-7112
Елена Е. Курчаева	<sup>2</sup>	alena.kurchaeva@ya.ru	 0000-0001-5958-0909
Алиса А. Торшина	<sup>1</sup>	alisa-korotaeva@mail.ru	 0000-0003-3150-8686

<sup>1</sup> Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

<sup>2</sup> Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия

**Аннотация.** Для поддержания стабильной конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции на внутреннем и внешнем рынках необходимо изыскивать резервы применения безотходных технологий с использованием в полном объеме отечественные сырьевые ресурсы. В условиях роста производства кормов, обеспечения комбикормовой промышленности компонентами растительного происхождения важная роль принадлежит использованию недорогих грубых травяных кормов. Применение их позволяет более рационально расходовать стебельные растительные корма, полностью сбалансировать рацион животных, механизировать раздачу корма, уменьшить его потери при транспортировании, раздаче и поедании и, тем самым, значительно снизить стоимость продукции животноводства. В связи с производством новых видов продукции в виде брикетов, технология производства которых предполагает ввод стебельных растительных материалов важное значение приобретает процесс их подготовки. Проведены исследования процесса измельчения стебельного растительного сырья с различной влажностью на молотковой дробилке, в ходе которых были определены оптимальные параметры ее работы, позволяющие снизить энергоёмкость процесса измельчения на 8,5-10,5 % и повысить качество вырабатываемых брикетов.

**Ключевые слова:** кормовые смеси, растительное сырье, процесс измельчения, влажность, расход электроэнергии, кормовые брикеты.

## Preparation of stem vegetable raw materials in the production of briquetted feed mixtures

Larisa I. Lytkina	<sup>1</sup>	larissaig2410@rambler.ru	 0000-0001-7857-7756
Evgeniya S. Shentsova	<sup>1</sup>	evgeniya-shencova@ya.ru	 0000-0002-4744-7112
Elena E. Kurchaeva	<sup>2</sup>	alena.kurchaeva@ya.ru	 0000-0001-5958-0909
Alisa A. Torshina	<sup>1</sup>	alisa-korotaeva@mail.ru	 0000-0003-3150-8686

<sup>1</sup> Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

<sup>2</sup> Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, 1, Michurina str., 1, Voronezh, 394087, Russia

**Abstract.** To maintain the stable competitiveness of Russian agricultural products in the domestic and foreign markets, it is necessary to find reserves for the use of non-waste technologies using domestic raw materials in full. In the conditions of growing feed production, providing the feed industry with components of plant origin, an important role belongs to the use of inexpensive rough grass feed. Their use allows more rational use of plant stem forage, completely balances the diet of animals, mechanizes the distribution of feed, reduces its losses during transportation, distribution and eating, and thus significantly reduces the cost of livestock products. In connection with the production of new types of products in the form of briquettes, the production technology of which involves the introduction of stem plant materials, the process of their preparation is of great importance. Studies of the process of grinding stem plant raw materials with different moisture content on a hammer crusher were carried out, during which the optimal parameters of its operation were determined, which make it possible to reduce the energy intensity of the grinding process by 8.5-10.5% and improve the quality of the produced briquettes

**Keywords:** feed mixtures, vegetable raw materials, grinding process, humidity, energy consumption, feed briquettes.

### Введение

Необходимым условием дальнейшего роста благосостояния населения является превращение сельского хозяйства в высокоэффективную и высокопроизводительную отрасль страны.

Для цитирования

Лыткина Л.И., Шенцова Е.С., Курчаева Е.Е., Торшина А.А. Подготовка стебельного растительного сырья при производстве брикетированных кормовых смесей // Вестник ВГУИТ. 2022. Т. 84. № 2. С. 142–146. doi:10.20914/2310-1202-2022-2-142-146

Перспективы развития животноводства тесно связаны с перспективами развития кормовой базы, в которой значительное место занимает промышленное развитие кормов.

For citation

Lytkina L.I., Shentsova E.S., Kurchaeva E.E., Torshina A.A. Preparation of stem vegetable raw materials in the production of briquetted feed mixtures. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2022. vol. 84. no. 2. pp. 142–146. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2022-2-142-146

В настоящее время комбикорма на государственных предприятиях вырабатываются для всех видов сельскохозяйственных животных и птицы в рассыпном, гранулированном и брикетированном виде почти по 400 рецептам с использованием свыше 200 видов различного сырья. Для сокращения затрат кормов на единицу животноводческой продукции и повышения продуктивности необходимо не только достаточное количество комбикормов, но и их высокое качество [1]. Ускоренное развитие комбикормовой отрасли требует постоянного расширения перечня используемых местных сырьевых ресурсов. В кормлении жвачных животных большое преимущество, по сравнению с рассыпными комбикормами, имеют гранулированные и брикетированные полнорационные кормовые смеси.

В условиях роста производства кормов, обеспечения комбикормовой промышленности компонентами растительного происхождения важная роль принадлежит использованию недорогих грубых травяных кормов [1]. Применение их позволяет более рационально расходовать грубые корма, полностью сбалансировать рацион животных, механизировать раздачу корма, уменьшить его потери при транспортировании, раздаче и поедании и, тем самым, значительно снизить стоимость продукции животноводства. Кроме того, для брикетированных кормов требуется меньше складских помещений, их можно хранить в бункерах и в складах насыпью [1].

В связи с увеличением процентного содержания стебельных растительных видов сырья в гранулированных и брикетированных комбикормах важное значение приобретает процесс их подготовки, особенно таких, как сено и солома [1].

Настоящая работа посвящена исследованию технологического процесса подготовки стебельных растительных материалов (очистка и измельчение с получением продукта однородного гранулометрического состава) с целью определения рациональных режимов и разработки на их основе рекомендаций по повышению эффективности процесса и улучшению качества готовой продукции. В результате исследований были определены физико-механические свойства стебельных материалов. Изучалось влияние скорости воздушного потока на эффективность процесса очистки. Определены зависимости потерь давления от весовой концентрации материала, граничащие условия и коэффициент эффективности процесса очистки.

## Материалы и методы

Одной из наиболее трудоемких технологических операций при производстве полнорационных кормов является измельчение соломы. Количественный показатель – крупность измельчения соломы, оказывает важное влияние на эффективность технологического процесса брикетирования. Установлено, что высокопроизводительная работа прессов с матрицами, имеющими отверстия диаметром до 15 мм, обеспечивается при длине частиц соломы от 12 до 5 мм. Увеличение длины резки снижает производительность прессов и ухудшает процесс скармливания.

Кроме длины резки, на производительность прессов оказывает влияние характер деформации грубого корма, который определяется процентом расщепляемости стеблей растений. Анализ работы существующих измельчителей при переработке овсяной соломы влажностью 12 – 13 % показал, что машины с ножевым типом рабочих органов расщепляют от 60 до 70 % стеблей соломы, штифтовые – до 90 % и молотковые дробилки – до 99 % продукта.

## Результаты и обсуждение

Для определения влияния влажности на гранулометрический состав соломы и на характер деформации стеблей, были проведены исследования по переработке овсяной соломы на молотковой дробилке КДУ-2,0 при окружной скорости молотков 71 м/с. В дробилку устанавливались сита с отверстиями диаметром 8 мм.

Результаты проведенных исследований представлены на рисунках 1 и 2.

Определено, что с увеличением влажности перерабатываемой соломы на 1 % энергоемкость процесса ее измельчения увеличивается на 8,5 – 10,5 % в интервале увеличения влажности от 12,0 до 26,5 % (рисунок 1).

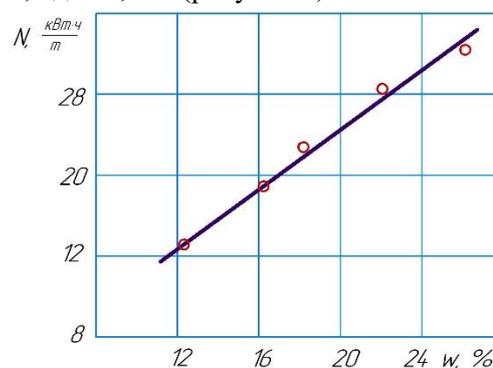


Рисунок 1. Зависимость энергоемкости процесса измельчения от влажности перерабатываемой соломы  
Figure 1. The dependence of the energy intensity of the grinding process on the moisture content of the processed straw

Качество продукта измельчения значительно изменяется при увеличении влажности соломы как в зоне крупных частиц (кривая 1, рисунок 2), так и в зоне мелких фракций (кривая 4, рисунок 2), в то время как средняя фракция (остаток на ситах с отверстиями диаметром 1, 2, 3 мм просеивающей машины) перераспределяется в пределах 7,0...10,5 %.

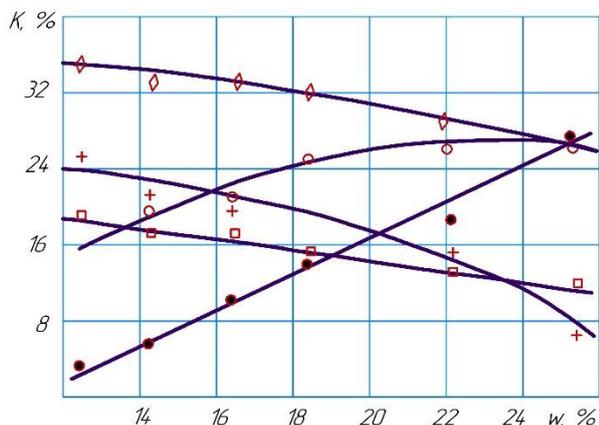


Рисунок 2. Зависимость остатков на ситах классификатора (K) от влажности перерабатываемой соломы: 1 – остаток на сите 0 4 мм; 2 – остаток на сите диаметром 3 мм; 3 – остаток на сите диаметром 2 мм; 4 – остаток на сите диаметром 1 мм; 5 – остаток на дне

Figure 2. Dependence of the residues on the classifier sieves (K) on the moisture content of the processed straw: 1 – residue on the 0 4 mm sieve; 2 – residue on a sieve with a diameter of 3 mm; 3 – residue on a sieve with a diameter of 2 mm; 4 – residue on a sieve with a diameter of 1 mm; 5 – balance at the bottom

Характер деформации материала при его измельчении изменяется. Если сухая солома (влажностью 12,0 – 14,5 % преимущественно измельчается поперек волокон, то с увеличением влажности увеличивается расщепляемость соломенных стеблей вдоль волокон с образованием частиц «метелочной» формы, которые на ситах просеивающей машины образуют остатки продукта с частицами разного линейного размера.

По результатам проведенных исследований разработаны рекомендации по применению молотковой дробилки при измельчении стебельных материалов для использования их в производстве кормовых брикетов.

#### Литература

- 1 Пат. № 2630453, RU, A23K 40/20, 10/30. Способ производства брикетов кормовых на основе зерновой патоки и линия для его осуществления / Шевцов А.А., Дранников А.В., Шенцова Е.С., Лыткина Л.И. и др. № 2016143112/13; Заявл. 02.11.2016; Опубл. 08.09.2017, Бюл. № 25.
- 2 Пат. № 2595177, RU, A23K 10/33. Способ производства брикетов кормовых и линия для его осуществления / Шевцов А.А., Дранников А.В., Апалихина О.А.; Шенцова Е.С. № 2015100166/13; Заявл. 13.01.2015; Опубл. 20.08.2016, Бюл. № 23.
- 3 Лыткина Л.И., Шенцова Е.С., Переверзева С.А., Сазонова С.И. Энергоэффективная технология кормовых брикетов-лизунцов для подкормки жвачных животных // Актуальные проблемы пищевой промышленности и общественного питания: Международная научно-практическая конференция. 2017. С.144-146.

Установлено, что характер деформации соломы зависит от типа измельчителя, при использовании молотковых дробилок расщепление стебельных волокон достигает 99 %. Энергоемкость процесса измельчения овсяной соломы увеличивается на 8,5 – 10,5 % в интервале роста влажности от 12,0 до 26,5 %. С увеличением влажности перерабатываемой соломы до 26 % при измельчении выход крупных фракций увеличивается в 5 – 7 раз, а мелких снижается в 3 – 4 раза

Технологическим процессом производства кормовых смесей предусмотрено приготовление и дозирование смеси концентратов с белковыми и минеральными добавками, приготовление и дозирование соломенной сечки, ввод мелассы, смешивание, брикетирование и охлаждение полученных брикетов.

Смесь концентратов и добавок готовится в комбикормовом цехе и подается на линию брикетирования в приемный бункер, затем норией через магнитную колонку направляется в бункер-накопитель агрегата ОПК-2-2, предназначенного для брикетирования сечки и смесей на основе грубых и комбинированных кормов. Компоненты дозируются, смешиваются с подготовленной соломенной сечкой и поступают в пресс для брикетирования. Для получения качественных брикетов и уменьшения нагрузки на пресс вводится кормовая меласса в количестве 2 – 5 %..

Готовые брикеты подаются в охлаждающую колонку, затем в бункера готовой продукции для хранения.

#### Заключение

В результате проведенных исследований разработаны рекомендации по применению молотковой дробилки КДУ-2 для измельчения стебельного растительного сырья при производстве кормовых брикетов и даны оптимальные параметры ее работы.

Применение брикетированных кормовых смесей на основе стебельного растительного сырья позволяет получить высококачественный продукт, достичь необходимый эффект при скармливании жвачным животным.

- 4 Волков В.С., Беззубцева М.М. Способ механоактивации биологически активной добавки для кормопроизводства // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. 2015. №. 1. С. 36-40.
- 5 ГОСТ 23513-79. Брикеты и гранулы кормовые. Технические условия. М.: Стандартиформ, 2002. 4 с.
- 6 Drannikov A.V., Derkanosova A.A., Korotaeva A.A., Orinicheva A.A. et al. Study of feed protein supplement with the properties of phytobiotics // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2020. V. 422. № 1. P. 012086. doi: 10.1088/1755-1315/422/1/012086
- 7 Шевцов А.А., Дранников А.В., Дерканосова А.А., Коротаева А.А. Продукты переработки вегетативной массы растений в кормопроизводстве // Материалы ЛII отчетной научной конференции за 2013 год. 2014. С. 62.
- 8 Kurchaeva E.E., Vostroilov A.V., Artemov E.S., Maksimov I.V. Improvement of rabbit productivity using probiotics and herbal supplements // Conference on Innovations in Agricultural and Rural development. 2019. V. 341. 012051. doi: 10.1088/1755-1315/341/1/012051
- 9 Lytkina L.I., Shentsova E.S., Kurchaeva E.E., Pereverzeva S.A. Ways to reduce the total bacterial contamination of grain raw materials and bran in the production of all-mash // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials - Technology of Processing, Storage and Recycling of Plant Crops". 2021. P. 022016.
- 10 Лыткина Л.И., Шенцова Е.С., Переверзева С.А., Михайлов А.Г. Новая технология производства брикетированной кормовой добавки // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 191–195. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-191-195
- 11 Xia X., Sun Y., Wu K., Jiang Q. Modeling of a straw ring-die briquetting process // BioResources. 2014. V. 9. №. 4. P. 6316-6328
- 12 Bakshi M.P.S., Wadhwa M., Makkar H.P. Waste to worth: Vegetable wastes as animal feed // Cab Rev. 2016. V. 11. №. 012. P. 1-26. doi: 10.1079/PAVSNR201611012
- 13 Wang B., Shen X., Chen S., Bai Y. et al. Distribution characteristics, resource utilization and popularizing demonstration of crop straw in southwest China: A comprehensive evaluation // Ecological indicators. 2018. V. 93. P. 998-1004. doi: 10.1016/j.ecolind.2018.05.081
- 14 Groen M.J., Steele M.A., DeVries T.J. Effect of straw inclusion rate in a dry total mixed ration on the behavior of weaned dairy calves // Journal of Dairy Science. 2015. V. 98. №. 4. P. 2693-2700. doi: 10.3168/jds.2014-8978
- 15 Salah M. El-Haggar Sustainable Industrial Design and Waste Management. Cradle-to-cradle for Sustainable Development. Book, 2007. doi: 10.1016/B978-0-12-373623-9.X5000-X
- 16 Богомолова И.П., Василенко И.Н. Научное исследование динамики и тенденций развития отечественной комбикормовой промышленности // Вектор экономики. 2016. № 6. С. 46.
- 17 Лыткина Л.И., Переверзева С.А. Исследование прочности брикетированной кормовой добавки // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений: сборник статей VIII Международной научно-технической конференции, посвященной 90-летию технологического факультета ВГУИТ. 2019. С. 219-221.
- 18 Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 30 августа 2019 N 1931-р. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72590266/>
- 19 Ghosh M.K. et al. Productivity Enhancement of Dairy Animals through Nutritional Management // Nces in livestock ction manage technologies. P. 58.
- 20 Sharma R.K., Arora D.S. Biodegradation of paddy straw obtained from different geographic locations by means of Phlebia spp. for animal feed // Biodegradation. 2011. V. 22. №. 1. P. 143-152.
- 21 Astanakulov K.D., Gapparov S., Karshiev F., Makhsumkhonova A. et al. Study on preparation and distribution of forage by chopping coarse fodder // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2020. V. 614. №. 1. P. 012158. doi:10.1088/1755-1315/614/1/012158
- 22 Lahrman H., Oxholm L., Steinmetz H., Nielsen M. et al. The effect of long or chopped straw on pig behaviour // Animal. 2015. V. 9. №. 5. P. 862-870. doi:10.1017/S1751731114003024
- 23 Havekes C.D., Duffield T.F., Carpenter A.J., DeVries T.J. Effects of wheat straw chop length in high-straw dry cow diets on intake, health, and performance of dairy cows across the transition period // Journal of dairy science. 2020. V. 103. №. 1. P. 254-271. doi: 10.3168/jds.2019-17033

## References

- 1 Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Shentsova E.S., Lytkina L.I. et al. A method for the production of fodder briquettes based on grain molasses and a line for its implementation. Patent RF, no. 2630453, 2017.
- 2 Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Apalikhina O.A., Shentsova E.S. A method for the production of fodder briquettes and a line for its implementation. Patent RF, no. 2595177, 2016.
- 3 Lytkina L.I., Shchentsova E.S., Pereverzeva S.A., Sazonova S.I. Energy-efficient technology of fodder lick briquettes for feeding ruminants. Actual problems of the food industry and public catering: International scientific and practical conference. 2017. pp. 144-146. (in Russian).
- 4 Volkov V.S., Bezzubtseva M.M. The method of mechanoactivation of biologically active additives for fodder production. Rational nutrition, food additives and biostimulants. 2015. no. 1. pp. 36-40. (in Russian).
- 5 State Standard 23513-79. Briquettes and feed pellets. Specifications. Moscow, Standartinform, 2002. 4 p. (in Russian).
- 6 Drannikov A.V., Derkanosova A.A., Korotaeva A.A., Orinicheva A.A. et al. Study of feed protein supplement with the properties of phytobiotics. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2020. vol. 422. no. 1. pp. 012086. doi: 10.1088/1755-1315/422/1/012086
- 7 Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Derkanosova A.A., Korotaeva A.A. Processing products of the vegetative mass of plants in fodder production. Proceedings of the LII reporting scientific conference for 2013. 2014. pp. 62. (in Russian).
- 8 Kurchaeva E.E., Vostroilov A.V., Artemov E.S., Maksimov I.V. Improvement of rabbit productivity using probiotics and herbal supplements. Conference on Innovations in Agricultural and Rural development. 2019. vol. 341. 012051. doi: 10.1088/1755-1315/341/1/012051
- 9 Lytkina L.I., Shentsova E.S., Kurchaeva E.E., Pereverzeva S.A. Ways to reduce the total bacterial contamination of grain raw materials and bran in the production of all-mash. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials - Technology of Processing, Storage and Recycling of Plant Crops". 2021. pp. 022016.

- 10 Lytkina L.I., Shentsova E.S., Pereverzeva S.A., Mikhailov A.G. New technology for the production of briquetted feed additives. Proceedings of VSUET. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 191–195. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-191-195 (in Russian).
- 11 Xia X., Sun Y., Wu K., Jiang Q. Modeling of a straw ring-die briquetting process. BioResources. 2014. vol. 9. no. 4. pp. 6316-6328
- 12 Bakshi M.P.S., Wadhwa M., Makkar H.P. Waste to worth: Vegetable wastes as animal feed. Cab Rev. 2016. vol. 11. no. 012. pp. 1-26. doi: 10.1079/PAVSNNR201611012
- 13 Wang B., Shen X., Chen S., Bai Y. et al. Distribution characteristics, resource utilization and popularizing demonstration of crop straw in southwest China: A comprehensive evaluation. Ecological indicators. 2018. vol. 93. pp. 998-1004. doi: 10.1016/j.ecolind.2018.05.081
- 14 Groen M.J., Steele M.A., DeVries T.J. Effect of straw inclusion rate in a dry total mixed ration on the behavior of weaned dairy calves. Journal of Dairy Science. 2015. vol. 98. no. 4. pp. 2693-2700. doi: 10.3168/jds.2014-8978
- 15 Salah M. El-Haggar Sustainable Industrial Design and Waste Management. Cradle-to-cradle for Sustainable Development. Book, 2007. doi: 10.1016/B978-0-12-373623-9.X5000-X
- 16 Bogomolova I.P., Vasilenko I.N. Scientific study of the dynamics and trends in the development of the domestic feed industry. Vector of the economy. 2016. no. 6. pp. 46. (in Russian).
- 17 Lytkina L.I., Pereverzeva S.A. Study of the strength of briquetted feed additives. New in technology and technology of functional foods based on biomedical views: collection of articles of the VIII International Scientific and Technical Conference dedicated to the 90th anniversary of the VSUET Faculty of Technology. 2019. pp. 219-221. (in Russian).
- 18 Strategy for the development of the food and processing industry of the Russian Federation for the period up to 2020: Decree of the Government of the Russian Federation of August 30, 2019 N 1931-r. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72590266/> (in Russian).
- 19 Ghosh M.K. et al. Productivity Enhancement of Dairy Animals through Nutritional Management. Nces in livestock ction manageme technologies. pp. 58.
- 20 Sharma R.K., Arora D.S. Biodegradation of paddy straw obtained from different geographic locations by means of *Phlebia* spp. for animal feed. Biodegradation. 2011. vol. 22. no. 1. pp. 143-152.
- 21 Astanakulov K.D., Gapparov S., Karshiev F., Makhsumkhonova A. et al. Study on preparation and distribution of forage by chopping coarse fodder. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2020. vol. 614. no. 1. pp. 012158. doi:10.1088/1755-1315/614/1/012158
- 22 Lahrman H., Oxholm L., Steinmetz H., Nielsen M. et al. The effect of long or chopped straw on pig behavior. Animal. 2015. vol. 9. no. 5. pp. 862-870. doi:10.1017/S1751731114003024
- 23 Havekes C.D., Duffield T.F., Carpenter A.J., DeVries T.J. Effects of wheat straw chop length in high-straw dry cow diets on intake, health, and performance of dairy cows across the transition period. Journal of dairy science. 2020. vol. 103. no. 1. pp. 254-271. doi: 10.3168/jds.2019-17033

#### Сведения об авторах

**Лариса И. Лыткина** д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, [larissaig2410@rambler.ru](mailto:larissaig2410@rambler.ru)  
 <https://orcid.org/0000-0001-7857-7756>

**Евгения С. Шенцова** д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, [evgeniya-shencova@ya.ru](mailto:evgeniya-shencova@ya.ru)  
 <https://orcid.org/0000-0002-4744-7112>

**Елена Е. Курчаева** д.с.-х.н., доцент, кафедра частной зоотехнии, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, [alena.kurchaeva@ya.ru](mailto:alena.kurchaeva@ya.ru)  
 <https://orcid.org/0000-0001-5958-0909>

**Алиса А. Торшина** к.т.н., инженер-химик, испытательный центр, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, [alisa-korotaeva@mail.ru](mailto:alisa-korotaeva@mail.ru)  
 <https://orcid.org/0000-0003-3150-8686>

#### Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Information about authors

**Larisa I. Lytkina** Dr. Sci. (Engin.), professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, [larissaig2410@rambler.ru](mailto:larissaig2410@rambler.ru)  
 <https://orcid.org/0000-0001-7857-7756>

**Evgeniya S. Shentsova** Dr. Sci. (Engin.), professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, [evgeniya-shencova@ya.ru](mailto:evgeniya-shencova@ya.ru)  
 <https://orcid.org/0000-0002-4744-7112>

**Elena E. Kurchaeva** Dr. Sci. (Agric.), associate professor, private animal science department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Michurina str., 1, Voronezh, 394087, Russia, [alena.kurchaeva@ya.ru](mailto:alena.kurchaeva@ya.ru)  
 <https://orcid.org/0000-0001-5958-0909>

**Alisa A. Torshina** Cand. Sci. (Engin.), chemical engineer, Testing center, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, [alisa-korotaeva@mail.ru](mailto:alisa-korotaeva@mail.ru)  
 <https://orcid.org/0000-0003-3150-8686>

#### Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 11/04/2022	После редакции 12/05/2022	Принята в печать 03/06/2022
Received 11/04/2022	Accepted in revised 12/05/2022	Accepted 03/06/2022