

## Новая технология производства брикетированной кормовой добавки

Лариса И. Лыткина	<sup>1</sup>	larissaig2410@rambler.ru
Евгения С. Шенцова	<sup>1</sup>	evgeniya-shencova@yandex.ru
Софья А. Переверзева	<sup>1</sup>	sofya.pereverzeva96@mail.ru
Артём Г. Михайлов	<sup>1</sup>	mihailov.ag@mail.ru

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

**Аннотация.** В настоящее время на отечественном рынке комбикормовой продукции представлено большое разнообразие кормов для крупного рогатого скота. Однако даже самые современные корма не способны в полной мере восполнить недостаток различных микро- и макроэлементов, витаминов и многих других полезных веществ, которые животные недополучают в процессе кормления в условиях сельскохозяйственных пастбищ и охотничьих угодий. В этой связи создание функционального продукта, сочетающего в себе комплекс веществ, необходимых в кормлении животных, и разработка энергоэффективного способа его производства являются актуальными. Предложенная энергоэффективная технология позволяет получить брикеты кормовые с высокой однородностью и заданным содержанием биологически активных веществ, необходимых организму животных для роста и развития, обеспечить более длительную сохранность продукции. Разработан энергоэффективный способ производства брикетированной кормовой добавки на основе зерновой патоки, который повышает экологическую безопасность линии производства кормовых брикетов, снижаются выбросы отработанной теплоты в окружающую среду, на 10–15% уменьшается удельные энергетические затраты за счёт использования высокотемпературного пароконденсационного теплового насоса.

**Ключевые слова:** брикеты-лизунцы, энергосберегающая технология, тепловой насос, рецепт, хранение

## New production technology briquetted feed additive

Larisa I. Lytkina	<sup>1</sup>	larissaig2410@rambler.ru
Evgeniya S. Shentsova	<sup>1</sup>	evgeniya-shencova@yandex.ru
Sofiya A. Pereverzeva	<sup>1</sup>	sofya.pereverzeva96@mail.ru
Artyom G. Mikhaylov	<sup>1</sup>	mihailov.ag@mail.ru

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

**Abstract.** Currently, the domestic market of animal feed products represented a wide variety of feed for cattle. However, even the most modern feed are not able to fully compensate for the lack of variety micro- and macronutrients, vitamins and many other nutrients. That the animals do not get enough in the process of feeding in a farm pasture and hunting grounds. In this connection, the establishment of a functional product, combining the complex substances needed in the feeding of animals and development of energy-efficient method of its production is important. The proposed technology allows to obtain an energy efficient fodder briquettes with high uniformity and specify the content of bioactive substances necessary for the animal organism growth and development, to provide longer retention products. An energy-efficient method for the production of a briquetted feed additive based on grain molasses has been developed, as a result of it the Increase ecological safety of the production line of fodder briquettes is increased, emissions of spent coolants into the environment are reduced, by 10–15% the specific energy costs are reduced through the use of a high-temperature steam compression heat pump.

**Keywords:** briquettes-lick, energy-saving technology, heat pump, recipe, storage

### Введение

Развитие агропромышленного комплекса – один из основных приоритетов социально-экономической политики государства, который является стратегической задачей в экономической области. Основным звеном в развитии промышленного животноводства и других отраслей АПК является комбикормовая промышленность, перед которой стоят проблемы повышения питательной ценности комбикормов и кормовых добавок, а также коэффициента конверсии корма при скармливании, использования более дешевых видов местного сырья и расширения кормовой сырьевой базы. Решение проблем полноценного питания животных и птицы неразрывно связано со снижением

издержек производства, разработкой новых энергоресурсосберегающих безопасных технологий на основе интенсификации технологических процессов, с более широким эффективным применением разнообразного современного высокоэффективного оборудования для производства высококачественных и экологически безопасных комбикормов [1].

В настоящее время на различных аграрных рынках представлен широкий ассортимент различных кормов и добавок для высокоэффективного безопасного роста крупного рогатого скота. Ведущую роль в достижении максимально качественного результата при выращивании сельскохозяйственных животных играет грамотный выбор кормовых добавок, которые способствуют увеличению продуктивности

Для цитирования

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

For citation

Lytkina L.I., Shentsova E.S., Pereverzeva S.A., Mikhaylov A.G. New production technology briquetted feed additive. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 191–195. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-2-191-195



Рецепт кормовой добавки и соотношение компонентов

Table 1.

Recipe feed additive and the ratio of components

Компонент Component	Содержание компонентов в готовом продукте, г/кг The content of components in the final product, g/kg	Содержание компонентов в готовом продукте, % The content of components in the final product, %
Зерновая патока   Grain syrup	350	35
Гидрол   Hydrological	300	30
Бентонит   Bentonite	100	10
Жмых подсолнечный Sunflower cake	100	10
Трикальций фосфат Tricalcium phosphate	70	7
Окись кальция   Calcium oxide	50	5
Премикс   Premix	30	3
Выход   Output	1000	100

Состав ингредиентов, представленный в рецептуре кормовой добавки, способен обеспечить организм животного необходимыми биологическими активными веществами. Для восполнения легкоусваиваемых сахаров взамен кормовой мелассы, содержащей в большом количестве химические пестициды, используется зерновая патока, обладающая высокой энергетической питательностью и являющаяся определенным связующим компонентом при производстве кормовых брикетов.

Для производства кормовых брикетов использовалась зерновая суспензия, которая подвергалась предварительному нагреванию до температуры 40–50 °С в теплообменнике-рекуператоре, затем осуществлялась ее клейстеризация при температуре 75–80 °С в аппарате с греющей рубашкой и мешалкой. Далее при температуре 65–70 °С проводилась ферментация клейстеризованной зерновой суспензии в аппарате для декстринизации с вводом фермента  $\alpha$ -амилазы – препарата Альфаферм 3500Л, в расчете 2 единицы амилазной способности на 1 г крахмала.

Все компоненты, входящие в рецептуру кормовой добавки, взвешивали на многокомпонентном весовом дозаторе в заданном соотношении и смешивали с полученной зерновой патокой в смесителе с подогреваемой рубашкой и мешалкой для достижения высокой однородности смешиваемой массы и предотвращения налипания продукта на стенки смесителя.

В обогреваемый смеситель с помощью насоса-дозатора в соответствии с рецептурой подавали гидрол, являющийся заменителем соли поваренной и использующийся в качестве связующего вещества, как и зерновая патока.

Смешивание проводилось в обогреваемом смесителе при температуре 85–90 °С до достижения степени однородности полученной смеси 95–97% [6, 7]. Полученную однородную смесь дозатором-разгрузителем вязких продуктов DC 150 подавали в камеру конвективного охлаждения, в которой осуществлялось формование брикетов и их охлаждение до температуры 20–25 °С с дальнейшим направлением в склад готовой продукции.

В технологии применяется двухступенчатая парокомпрессионная холодильная установка, являющаяся источником теплоты для подогрева теплообменной рубашки аппаратов для клейстеризации и декстринизации, а также теплообменной рубашки смесителя и холода для максимально быстрого охлаждения кормовых брикетов в камере конвективного охлаждения [8]. Двухступенчатая холодильная машина работает по замкнутому термодинамическому циклу, в котором в качестве рабочего тела используют озонобезопасный фреон R 134. Ее использование позволяет снизить удельные энергозатраты на 10–15% за счет подготовки теплоносителей разного температурного потенциала для реализации процессов клейстеризации, декстринизации и смешивания при максимальной рекуперации и утилизации теплоты отработанных энергоносителей. Использование двухступенчатой холодильной машины повышает экологическую эффективность за счет использования замкнутых термодинамических циклов по материальным и энергетическим потокам, а также снижения выбросов отработанных теплоносителей в окружающую среду.

В технологическом процессе производства кормовых брикетов важнейшей стадией является формование, которое осуществляется в специальной камере конвективного охлаждения. Для определения рационального времени охлаждения брикетов изучали зависимость удельного усилия пенетрации от времени воздействия холодного воздуха на брикеты в процессе формования и охлаждения при различных температурных режимах (рисунок 2), исследуя при этом их структурно-механические свойства.

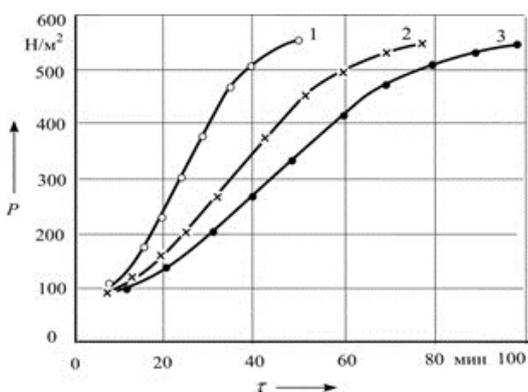


Рисунок 2. Зависимость удельного усилия пенетрации P от времени охлаждения  $\tau$  при различных температурах  $t$ , °C: 1 – 15; 2 – 20; 3 – 25

Figure 2. Dependence of specific penetration force F of the cooling time  $\tau$  At various temperatures  $t$ , °C 1 – 15; 2 – 20; 3 – 25

Выявили, что в начальный период времени прочность кормовых брикетов увеличивается интенсивно, затем процесс замедляется. Во втором периоде механическая прочность характеризуется резким замедлением, что связано с наступлением

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года (распоряжение Правительства Российской Федерации № 559-р от 17 апреля 2012 г). URL: <http://government.ru/docs/23574/>
- 2 Богомолова И.П., Василенко И.Н. Научное исследование динамики и тенденций развития отечественной комбикормовой промышленности // Вектор экономики. 2016. № 6. С. 46.
- 3 Апалихина О.А. Разработка и научное обеспечение энергоэффективного способа производства брикетов-лизунцов для подкормки крупного рогатого скота: автореферат. Воронеж, 2017. 22 с.
- 4 Пат. № 2630453, RU, А23К 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.; Переверзева С.А., заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «ВГУИТ». № 2016143112/13; Заявл. 02.11.2016; Оpubл. 08.09.2017, Бюл. № 25.

отвердения брикета. На основании анализа полученных результатов были определены временные параметры процесса охлаждения брикетированной добавки. Установлено, что необходимая прочность, соответствующая 400 Н/м<sup>2</sup>, достигается при температуре 15 °C за 30 мин, при температуре 20 °C – за 46 мин, при температуре 25 °C – за 57 мин, то есть чем ниже температура, тем быстрее затвердевает брикет.

#### Заключение

Применение разработанной технологии брикетированной кормовой добавки на основе зерновой патоки позволяет получить высококачественный продукт, достичь необходимого эффекта при скармливании животным, восполнить дефицит минеральных веществ и микроэлементов, так как полученный продукт сочетает в своем составе пропорции макро- и микроэлементов, обладает необходимой пластичностью, прочностью и стойкостью к неблагоприятным условиям окружающей среды.

Сформулировано направление создания эффективной технологии с применением парокомпрессионной холодильной машины с использованием рекуперации и утилизации вторичных энергоресурсов, обеспечивающей снижение удельных теплоэнергетических затрат, расширение ассортимента продукции за счет использования доступного, недорогого сырья отечественного происхождения и повышение качества получаемых кормовых брикетов [4].

Изучена зависимость удельного усилия пенетрации от продолжительности обработки продукта при различных температурных режимах в процессе смешивания.

- 5 Lytkina L.I., Shevcov A.A., Pereverzeva S.A., Sazonova S.I Mixer with Z-image working body for mixing high-typical components // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2017. № 5. P. 65–68.
- 6 Мухина Н. Корма и биологически активные кормовые добавки для животных. М.: КолосС, 2008. 271 с.
- 7 Афанасьев В.А. Руководство по технологии комбикормов, белково-витаминно-минеральных концентратов и премиксов: в 2 т. Том 1. Воронеж: Элист, 2008. 490 с.
- 8 Дранников А.В., Шенцова Е.С., Шевцов А.А., Лыткина Л.И. Инновационные технологии биологически ценных кормов: монография. Воронеж: ВГУИТ, 2014. 252 с.
- 9 Hedegaard C.J., Strube M.L., Hansen M.B., Lindved B.K. et al. Natural Pig Plasma Immunoglobulins Have Anti-Bacterial Effects: Potential for Use as Feed Supplement for Treatment of Intestinal Infections in Pigs // PLoS ONE. 2016 V. 11. № 1. e0147373. doi: 10.1371/journal.pone.0147373

10 Mahfuz S., Piao X.S. Application of Moringa (*Moringa oleifera*) as Natural Feed Supplement in Poultry Diets // *Animals*. 2019. V. 9. № 7. P. 431. doi: 10.3390/ani9070431

11 Cai M., Mu L., Wang Z.-l., Liu J.-y. Assessment of mulberry leaf as a potential feed supplement for animal feeding in P.R. China // *Asian-Australas J Anim Sci*. 2019. V. 32. № 8. P. 1145–1152.

#### REFERENCES

1 The development strategy of the food and processing industry of the Russian Federation for the period until 2020 (order of the Government of the Russian Federation No. 559-r of April 17, 2012). Available at: <http://government.ru/docs/23574/> (in Russian).

2 Bogomolova I.P., Vasilenko I.N. A scientific study of the dynamics and development trends of the domestic feed industry. *Vector of Economics*. 2016. no. 6. pp. 46. (in Russian).

3 Apalikhina O.A. Development and scientific support of an energy-efficient method for the production of lick briquettes for feeding cattle. *Voronezh*, 2017. 22 p. (in Russian).

4 Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Shentsova E.S., Lytkina L.I.; Pereverzeva S.A. Method for the production of feed briquettes based on molasses and a line for its implementation. Patent RF, no. 2630453, 2017.

#### 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)

**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, Росси, [evgeniya-shencova@yandex.ru](mailto:evgeniya-shencova@yandex.ru)

**Софья А. Переверзева** студент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, [sofya.pereverzeva96@mail.ru](mailto:sofya.pereverzeva96@mail.ru)

**Артём Г. Михайлов** студент, кафедра броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, [mihailov.ag@mail.ru](mailto:mihailov.ag@mail.ru)

#### КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

**Лариса И. Лыткина** предложила методику проведения, провела обобщение, написала рукопись, консультация в ходе исследования

**Евгения С. Шенцова** обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

**Софья А. Переверзева** первичная обработка данных, проведение расчетов, несет ответственность за плагиат

**Артём Г. Михайлов** первичная обработка данных, проведение расчетов

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 07.05.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 28.05.2019

5 Lytkina L.I., Shevcov A.A., Pereverzeva S.A., Sazonova S.I Mixer with Z-image working body for mixing high-typical components. *Journal of Advanced Research in Technical Science*. 2017. no. 5. pp. 65–68.

6 Mukhina N. Feed and biologically active feed additives for animals. Moscow, KolosS, 2008. 271 p. (in Russian).

7 Afanasyev V.A. Guidelines for the technology of animal feed, protein-vitamin-mineral concentrates and premixes. Vol. 1. Voronezh, Elist, 2008. 490 p. (in Russian).

8 Drannikov A.V., Shentsova E.S., Shevtsov A.A., Lytkina L.I. Innovative technologies of biologically valuable feed: monograph. Voronezh, VSUET, 2014. 252 p. (in Russian).

9 Hedegaard C.J., Strube M.L., Hansen M.B., Lindved B.K. et al. Natural Pig Plasma Immunoglobulins Have Anti-Bacterial Effects: Potential for Use as Feed Supplement for Treatment of Intestinal Infections in Pigs. *PLoS ONE*. 2016 vol. 11. no. 1. e0147373. doi: 10.1371/journal.pone.0147373

10 Mahfuz S., Piao X.S. Application of Moringa (*Moringa oleifera*) as Natural Feed Supplement in Poultry Diets. *Animals*. 2019. vol. 9. no. 7. pp. 431. doi: 10.3390/ani9070431

11 Cai M., Mu L., Wang Z.-l., Liu J.-y. Assessment of mulberry leaf as a potential feed supplement for animal feeding in P.R. China. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2019. vol. 32. no. 8. pp. 1145–1152.

#### 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)

**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@yandex.ru](mailto:evgeniya-shencova@yandex.ru)

**Sofiya A. Pereverzeva** student, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, [sofya.pereverzeva96@mail.ru](mailto:sofya.pereverzeva96@mail.ru)

**Artyom G. Mikhaylov** student, technology of fermentation and sugar production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, [mihailov.ag@mail.ru](mailto:mihailov.ag@mail.ru)

#### CONTRIBUTION

**Larisa I. Lytkina** proposed a scheme of the experiment, spent generalization, wrote the manuscript, consultation during the study

**Evgeniya S. Shentsova** review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

**Sofiya A. Pereverzeva** primary data processing, carrying out calculations and is responsible for plagiarism

**Artyom G. Mikhaylov** primary data processing, carrying out calculations

#### CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 5.7.2019

ACCEPTED 5.28.2019