

DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-625957>

Оригинальное исследование



Технологическая линия получения жмыха подсолнечного

И.Е. Припоров

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Представлены результаты исследования, проведенного с целью повышения срока хранения жмыха подсолнечного посредством обоснования оптимальных режимных параметров озонатора в линии для его получения. Выполнены исследования процесса обработки жмыха подсолнечного озono-воздушной смесью при оптимальных режимных параметрах, как её концентрация, продолжительность его обработки и напряженность высокочастотного поля.

Цель работы — повышение длительного хранения белкового корма за счет совершенствования основных конструктивных параметров устройства для его получения.

Материалы и методы. В результате проведенных теоретических исследований была разработана технологическая линия получения белкового корма по патенту на изобретение РФ № 2706188. Для определения оптимальных режимных параметров устройства в линии получения жмыха подсолнечного, которые влияют на срок его хранения использовали теорию планирования эксперимента.

Результаты. Получено уравнение регрессии в кодированных значениях, характеризующее влияние концентрации озono-воздушной смеси, продолжительности его обработки и напряженности высокочастотного поля на срок его хранения. Выполнен анализ полученной математической модели процесса его обработки.

Заключение. Экспериментальные исследования разработанной линии для получения жмыха подсолнечного с контролем качества его обработки озono-воздушной смесью показали, что срок его хранения зависит от ее концентрации и продолжительности его обработки, а также от напряженности высокочастотного поля. При этом с уменьшением ее концентрации продолжительность его обработки и напряженность высокочастотного поля при его обработке увеличиваются. В области низкой концентрации, повышенной продолжительности до 120 с и напряженности до 15250 В/м срок хранения жмыха увеличивается. Обрабатывать жмых подсолнечный смесью для увеличения срока его хранения с 3 до 5,45 месяца согласно ГОСТ 80-96 в разработанной линии по патенту РФ №2706188 рационально при концентрации её 23,03 мг/м³, продолжительности обработки его 134 с и напряженности высокочастотного поля 17374 В/м.

Ключевые слова: озono-воздушная смесь; технологическая линия; контроль качества обработки; жмых подсолнечный; математическая модель; срок хранения; режимы работы.

Как цитировать:

Припоров И.Е. Технологическая линия получения жмыха подсолнечного // Тракторы и сельхозмашины. 2024. Т. 91, № 4. С. 478–484.

DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-625957>

DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-625957>

Original Study Article

Technological line for the production of sunflower cake

Igor E. Priporov

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: The results of the study conducted to increase the shelf life of sunflower cake by justifying the optimal operating parameters of the ozonizer in the line of the sunflower cake production are presented. Studies of the processing of sunflower cake with an ozone-air mixture at optimal operating parameters, such as its concentration, the duration of its processing and the intensity of the high-frequency field, have been conducted.

AIM: Increasing of the long-term storage of protein feed by improving the basic design parameters of the device for its production.

METHODS: Resulting from the conducted theoretical research, the technological line for the protein feed production was developed according to the patent for the invention of the Russian Federation No. 2706188. To determine the optimal operating parameters of the device in the sunflower cake production line, which affect its shelf life, the design of experiment theory was used.

RESULTS: A regression equation in coded values, characterizing the effect of the concentration of the ozone-air mixture, the duration of the sunflower cake treatment and the intensity of the high-frequency field on the sunflower cake shelf life, is obtained. The analysis of the obtained mathematical model of the processing process is performed.

CONCLUSION: Experimental studies of the developed line for the production of sunflower cake with quality control of its treatment with an ozone-air mixture have shown that the sunflower cake shelf life depends on the ozone-air mixture concentration and the duration of treatment of the sunflower cake, as well as on the intensity of the high-frequency field. At the same time, with a decrease in the ozone-air mixture concentration, the duration of treatment of the sunflower cake and the intensity of the high-frequency field during the treatment increase. In the area of low concentration, increased duration up to 120 s and intensity up to 15250 V/m, the shelf life of the cake increases. It is reasonable to process sunflower cake with the ozone-air mixture to increase its shelf life from 3 to 5.45 months according to the GOST 80-96 using the developed line (patent RF 2706188) at a concentration of 23.03 mg/m³, processing time of 134 s and a high-frequency field strength of 17374 V/m.

Keywords: ozone-air mixture; processing line; processing quality control; sunflower cake; mathematical model; shelf life; operating modes.

To cite this article:

Priporov IE. Technological line for the production of sunflower cake. *Tractors and Agricultural Machinery*. 2024;91(4):478–484.DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-625957>

Received: 24.01.2024

Accepted: 18.08.2024

Published online: 06.09.2024

ВВЕДЕНИЕ

Технологический процесс производства комбикормов должен быть направлен на прием и использование сырья, оперативную подачу его в производство, технологическую подготовку и ввод всех компонентов, соблюдение режимов работы комплекта оборудования, переработку сырья и выпуск качественной продукции [1].

Состояние производства отечественных высококачественных комбикормов не решает проблему потребностей по обеспечению животноводческих хозяйств [2]. В комбикормовых предприятиях требуется внедрение современных технологий и технических средств. При этом негативная ситуация в области его производства, которой относится необеспеченность отрасли белковым сырьем, различными БВМД и недостаточная переработка предприятиями АПК в его компоненты вторичных сырьевых ресурсов и отходов пищевой промышленности и сельского хозяйства [3].

Качество комбикорма является неотъемлемой частью по решению проблем в животноводстве, и особенно целевых показателей Госпрограммы по объему производства его продукции [4].

Главный путь его интенсификации — развитие и укрепление кормовой базы, улучшение качества кормов [5] и снижение затрат на производство продукции. Решения поставленной задачи должно обеспечить внедрение прогрессивных технологий при производстве комбикормов. При этом повышение их качества, снижение удельного веса зерна в них должно происходить при помощи использования полноценных добавок.

В настоящее время производство качественных комбикормов по количеству не всегда удовлетворяет запросам потребителей — производителей животноводческой продукции по причине отсутствия необходимых ингредиентов [6].

В связи с этим необходимо обеспечить производителей животноводческой продукции комплектом оборудования для получения качественных комбикормов [6].

Производственные ситуации на животноводческих фермах и комплексах, связанные с большинством болезней животных, происходят за счет не качественных кормов с присутствием патогенной микрофлоры. Их бактериальная обсемененность приводит к снижению качества, что сказывается на использовании и влияет на падеж сельскохозяйственных животных, в которых содержатся микробные клетки и другие бактерии. Поэтому качество комбикормов имеет большое народнохозяйственное значение и играет важную роль в повышении рентабельности животноводства [7].

Наиболее широко для защиты комбикормов от патогенных бактерий используют технологии обеззараживания [8, 9].

В настоящее время проводятся научные исследования по разработке современных технологий обеззараживания

кормов, экономичных и энергосберегающих при сохранении экологической безопасности, что является актуальной научно-технической задачей [10].

Для повышения энергоэффективности и снижения материалоемкости оборудования используются доступные и недорогие способы обеззараживания кормов. Вместе с тем, необходима разработка инновационных технологий в этой области.

В последнее время наибольшую привлекательность приобретают технологии, в которых применяется озон, благодаря чему повышается эффективность, универсальность, экологичность и снижается энергоемкость, а также улучшается их питательность. Однако, необходимо соблюдать определенные режимы их обработки [11, 12].

Проведенный анализ технологий получения кормов особенно белковых, таких как жмых подсолнечный показал отсутствие возможности длительного хранения полученного белкового корма [13], что приводит к его порче и ухудшению качества.

Целью исследований является повышение длительного хранения белкового корма за счет совершенствования основных конструктивных параметров устройства для его получения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В результате проведенных теоретических исследований была разработана технологическая линия для получения белкового корма (рис. 1) по патенту на изобретение РФ №2706188 [14].

Предлагаемая линия [14] имеет озонатор с датчиком расхода озono-воздушной смеси для контроля качества обработки белкового корма (жмых подсолнечный). Выходное отверстие экструдера соединено с измельчителем, выход его с кондиционером, а последний — со смесителем. Входное отверстие смесителя сообщено с выходным отверстием озонатора, а выход смесителя — с бункером для хранения готового корма, между последним и смесителем расположено устройство для контроля качества его обработки, представляющее собой диэлектрические стаканы с цилиндрическими электродами внутри. В центре них имеются катушки колебательных контуров совместно с подстроечными емкостями, которые соединены с измерительным прибором через источник питания и высокочастотные генераторы с регулятором напряжения.

Для определения оптимальных режимных параметров устройства в линии получения жмыха подсолнечного, которые влияют на срок его хранения использовали теорию планирования эксперимента по рототабельному трехуровневому плану Бокса-Бенкина второго порядка [15].

Для обоснования оптимального срока хранения белкового корма (жмых подсолнечный) были выбраны факторы, которые представлены в табл. 1.

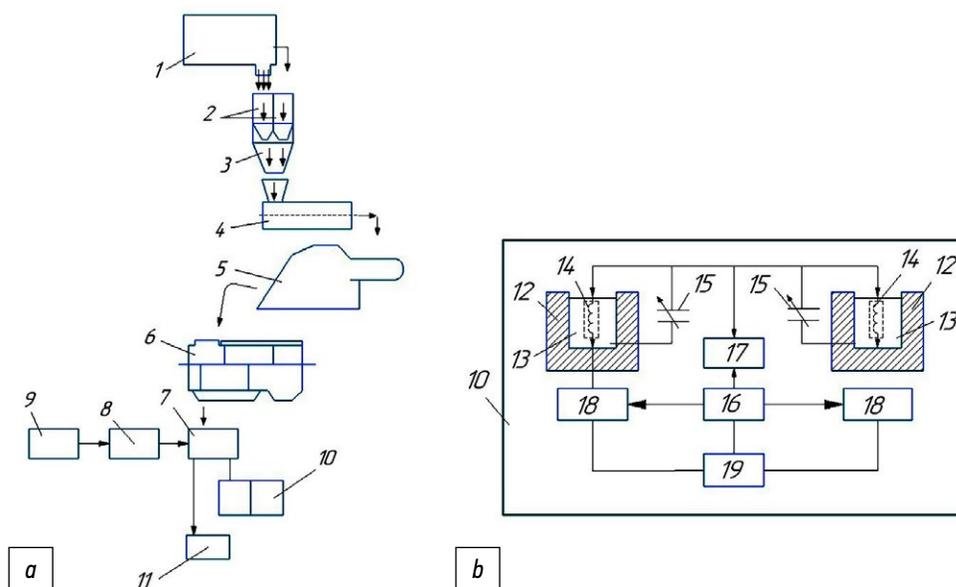


Рис. 1. Технологическая линия получения белкового корма: *a* — принципиальная схема устройства; *b* — устройство для контроля качества обработки корма: 1 — воздушно-решетчатая зерноочистительная машина; 2 — бункер для хранения продукта переработки масличных культур; 3 — емкость с выходным отверстием; 4 — экструдер; 5 — измельчитель; 6 — кондиционер; 7 — смеситель; 8 — озонатор; 9 — датчик расхода озono-воздушной смеси; 10 — устройство для контроля качества обработки корма; 11 — бункер для хранения готового корма; 12 — диэлектрические стаканы; 13 — цилиндрические электроды; 14 — катушки колебательных контуров; 15 — подстроечные ёмкости; 16 — измерительный прибор; 17 — источник питания; 18 — высокочастотный генератор; 19 — регулятор напряжения.

Fig. 1. The production line of protein feed: *a* — basic structural diagram; *b* — the device for controlling the quality of feed treatment: 1 — an air-and-screen grain cleaning machine; 2 — a storage tank for derivative products of oil plants; 3 — a reservoir with an output hole; 4 — an extruder; 5 — a shredder; 6 — a conditioner; 7 — a mixing tool; 8 — an ozonizer; 9 — the ozone-air mixture rate gauge; 10 — the device for controlling the quality of feed treatment; 11 — a storage tank for prepared feed; 12 — dielectric cups; 13 — cylindrical electrodes; 14 — coils of oscillating circuits; 15 — tuning capacitors; 16 — a measuring device; 17 — a power source; 18 — a high-frequency alternator; 19 — a voltage adjuster.

Таблица 1. Интервалы и уровни варьирования факторов

Table 1. Intervals and variation levels of criteria

Наименование показателя	Значения факторов		Значение показателя на уровни			Интервал варьирования
	кодированные	натуральные	+1	0	-1	
Концентрация озono-воздушной смеси, мг/м ³	x_1	K_{O_3}	30	25	20	5
Продолжительность обработки корма смесью, с	x_2	t	140	120	100	20
Напряженность высокочастотного поля, В/м [16]	x_3	E	17 800	15 250	12 700	2550

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

После обработки результатов трехфакторного эксперимента было получено уравнение регрессии, показывающее влияние основных режимных параметров на срок хранения жмыха подсолнечного, в кодированном виде:

$$Y_s = 6,5 - 13,7x_1 + 18,4x_2 + 6,3x_3 + 0,78x_1x_2 + 15,3x_1x_3 - 0,63x_2x_3 - 0,63x_1^2 + 13,9x_2^2 + 0,065x_3^2, \quad (1)$$

Анализ уравнения (1) показывает, что изменения концентрации озono-воздушной смеси вызывают уменьшения срока хранения жмыха подсолнечного, а также продолжительности обработки корма озono-воздушной

смесью, напряженности высокочастотного поля увеличивают его срок хранения.

Наибольшее влияние на срок хранения жмыха подсолнечного оказывают продолжительность обработки

корма озono-воздушной смесью (коэффициент регрессии 18,4) и концентрация озono-воздушной смеси (коэффициент регрессии 13,7) и, в меньшей степени — напряжённость высокочастотного поля (коэффициент регрессии 6,3).

После определения коэффициентов регрессии проводилась проверка гипотезы адекватности результатов опытов с помощью полинома второго порядка (1), для которых определили суммы квадратов, дисперсии и F -критерий. Для модели (1) расчетное значение F -критерия составило $F = 4,23 < 4,95 = F_{0,05}$, где $F_{0,05} = 4,95$ — табличное значение для уровня значимости 0,05.

Поскольку табличное значение F -критерия больше расчетных, то возможно заключить об адекватности полученной модели (1), которая относится полиному второго порядка [15].

Дифференцирование уравнения регрессии (1) позволяет определить координаты центра: $x_{1s} = -0,394$; $x_{2s} = 0,6944$; $x_{3s} = 0,8331$. Подставляя их в уравнение (1), находим рациональное значение срока хранения жмыха подсолнечного в центре поверхности: $Y_s = 5,45$.

Подставляя разные значения откликов в уравнение регрессии (1), получим уравнение (2), соответствующее контурным кривым поверхностей отклика вида:

$$Y - 5,45 = -0,627x_1^2 + 13,855x_2^2 + 0,087x_3^2, \quad (2)$$

которые приведены на рис. 2–4.

С уменьшением концентрации озono-воздушной смеси (x_1) продолжительность обработки корма озono-воздушной смесью (x_2) и напряжённость высокочастотного поля при обработке корма (x_3) увеличиваются. Однако, в области низкой концентрации, повышенной продолжительности (до 120 с) и напряжённости высокочастотного поля (до 15250 В/м) срок хранения жмыха подсолнечного увеличивается (см. рис. 2–4).

Таким образом, применение разработанного устройства по патенту РФ №2706188 при сочетании оптимальных значений его параметров: концентрация озono-воздушной смеси — 23,03 мг/м³; продолжительность его обработки — 134 с и напряжённость высокочастотного поля — 17374 В/м позволяет повысить срок его хранения с 3 до 5,45 месяца согласно ГОСТ 80–96.

ВЫВОДЫ

Экспериментальные исследования разработанной линии для получения жмыха подсолнечного с контролем качества его обработки озono-воздушной смесью показали, что срок его хранения зависит от концентрации озono-воздушной смеси и продолжительности его обработки, а также от напряжённости высокочастотного поля.

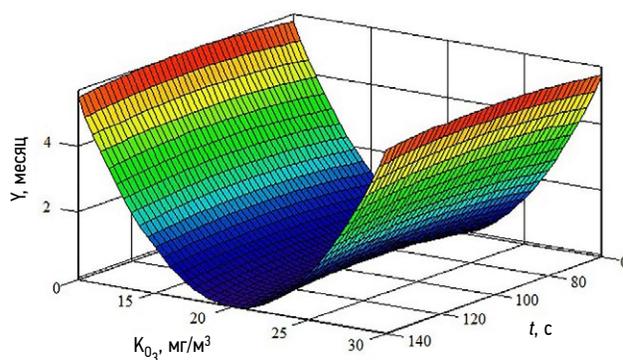


Рис. 2. Зависимость срока хранения жмыха подсолнечного от концентрации озono-воздушной смеси и продолжительности его обработки.

Fig. 2. Dependence of the sunflower cake shelf life on the ozone-air mixture concentration and treatment duration.

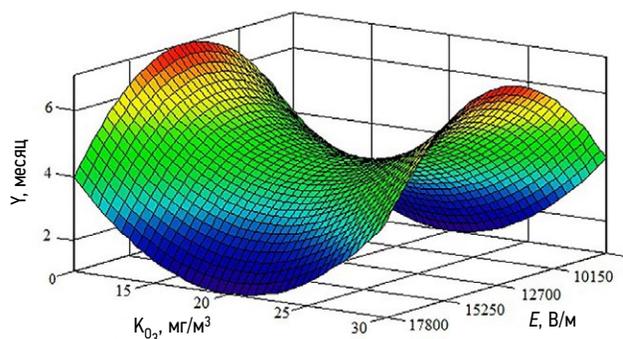


Рис. 3. Зависимость срока хранения жмыха подсолнечного от концентрации озono-воздушной смеси и напряженности высокочастотного поля.

Fig. 3. Dependence of the sunflower cake shelf life on the ozone-air mixture concentration and high-frequency field strength.

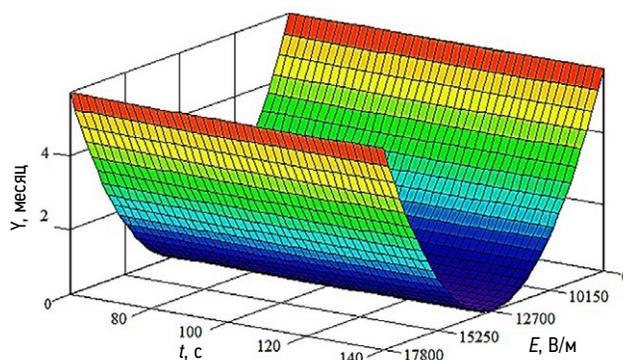


Рис. 4. Зависимость срока хранения жмыха подсолнечного от продолжительности его обработки озono-воздушной смесью и напряженности высокочастотного поля.

Fig. 4. Dependence of the sunflower cake shelf life on duration of treatment with the ozone-air mixture concentration and high-frequency field strength.

При этом с уменьшением концентрации озono-воздушной смеси продолжительность его обработки и напряженность высокочастотного поля при его обработке увеличиваются. Однако, в области низкой концентрации, повышенной продолжительности до 120 с и напряженности высокочастотного поля до 15250 В/м срок хранения жмыха подсолнечного увеличивается.

Обрабатывать жмых подсолнечный озono-воздушной смесью для увеличения срока его хранения с 3 до 5,45 месяца согласно ГОСТ 80-96 в разработанной линии по патенту РФ №2706188 рационально при концентрации её 23,03 мг/м³, продолжительности обработки его 134 с и напряженности высокочастотного поля 17374 В/м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мишуров Н.П. Рекомендуемые технологии производства комбикормов в хозяйствах // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2015. №4(20). С. 6–7.
2. Yildiz G., Aydın Ö.D. Effect of glauconite, sepiolite and oil supplementation on pellet quality parameters in poultry compound feed // Journal of the hellenic veterinary medical society. 2020. Vol. 71, N. 3. P. 2391–2398. doi: 10.12681/jhvms.25101
3. Передня В.И., Чумаков В.В. Получение протеиновой кормовой добавки из отходов сельскохозяйственных перерабатывающих предприятий методом экструдирования // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2014. №1(13). С. 38.
4. Коробков А.Н. Обоснование эффективных технологических параметров и режимов работы установки для обеззараживания комбикорма // Вестник ВИЭСХ. 2017. №2(27). С. 45–53.
5. Lenne J.M., Fernandez-Rivera S., Blummel M. Approaches to improve the utilization of food-feed crops-synthesis // Field crops research. 2003. Vol. 84, N. 1–2. P. 213–222. doi: 10.1016/S0378-4290(03)00152-7
6. Пунько А.И., Хруцкий В.И., Иванов М.В., Кувшинов А.А. Обоснование параметров оборудования и результаты испытаний мобильной комбикормовой установки // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2015. №4(20). С. 84–85.
7. Долгов Г.Л., Белов А.А., Шаронова Т.В. Установка для обеззараживания комбикормов // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. 2013. № 4-2 (80). С. 66–69.
8. Клычев Е.М., Карташов С.Г. Двухстадийный процесс теплового обеззараживания рассыпных комбикормов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Конфликт интересов. Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Автор заявляет об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

Competing interests. The author declares the absence of obvious and potential conflicts of interest.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

института механизации животноводства. 2017. № 3 (27). С. 79–82.

9. Yang W., Wu T. Investigation of matrix effects in laboratory studies of catalytic ozonation processes // Industrial and engineering chemistry research. 2019. Vol. 58, N. 8. P. 3468–3477. doi: 10.1021/ACS.IECR.8B05465

10. Гуляев П.В., Озеров И.Н., Гуляева Т.В., и др. Система обеззараживания сухих комбинированных кормов для птичников // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 95. С. 423–459.

11. Дубровин А.В., Смирнов А.А. Научные предпосылки экономически оптимального обеззараживания сыпучих кормов озонem // Техника и оборудование для села. 2018. № 1. С. 42–46.

12. Ziopoulos P.E., Drosinos E.H. The animal feed question in the shadow of contemporary food crises // The animal feed question in the shadow of contemporary food crises. 2010. P. 1–222.

13. Шулаев Г.М., Милушев Р.К., Энговатов В.Ф., и др. Совершенствование состава кормовых обогатительных добавок созданных на основе растительного белка // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2017. №3(27). С. 109.

14. Патент РФ 2706188 / 14.11.2019. Бюл. №32. Припоров И.Е., Припоров Е.В., Минов А.Н. Устройство для получения белкового корма. EDN: WDETDE

15. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Рошин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. Ленинград: Колос, 1980.

16. Ажаронков В.В., Гончарик С.В., Филатова И.И., и др. Влияние высокочастотной электромагнитной обработки семенного материала зернобобовых культур на их посевные качества и продуктивность // Электронная обработка материалов. 2009. № 4 (258). С. 76–86.

REFERENCES

1. Mishurov NP. Rekomenduemye tekhnologii proizvodstva kombikormov v hozyajstvakh. *Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva*. 2015;4(20):6–7. (In Russ.)

2. Yildiz G, Aydın ÖD. Effect of glauconite, sepiolite and oil supplementation on pellet quality parameters in poultry compound feed. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*. 2020;71(3):2391–2398. doi: 10.12681/jhvms.25101

3. Perednya VI, Chumakov VV. Poluchenie proteinovoj kormovoj dobavki iz othodov sel'skohozyajstvennyh pererabatyvayushchih predpriyatij metodom ekstrudirovaniya. *Vestnik Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizacii zhivotnovodstva*. 2014;1(13):38. (In Russ.)
4. Korobkov AN. Obosnovanie effektivnyh tekhnologicheskikh parametrov i rezhimov raboty ustanovki dlya obezzarazhivaniya kombikorma. *Vestnik VIESKH*. 2017;2(27):45–53. (In Russ.)
5. Lenne JM, Fernandez-Rivera S, Blummel M. Approaches to improve the utilization of food-feed crops-synthesis. *Field Crops Research*. 2003;84(1-2):213–222. doi: 10.1016/S0378-4290(03)00152-7
6. Pun'ko AI, Hruckij VI, Ivanov MV, Kuvshinov AA. Obosnovanie parametrov oborudovaniya i rezul'taty ispytanij mobil'noj kombikormovoj ustanovki. *Vestnik Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizacii zhivotnovodstva*. 2015;4(20):84–85. (In Russ.)
7. Dolgov GL, Belov AA, SHaronova TV. Ustanovka dlya obezzarazhivaniya kombikormov. *Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. 2013;4–2(80):66–69. (In Russ.)
8. Klychev EM, Kartashov SG. Dvuhstadijnnyj process teplovogo obezzarazhivaniya rassypnyh kombikormov. *Vestnik Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizacii zhivotnovodstva*. 2017;3(27):79–82. (In Russ.)
9. Yang W, Wu T. Investigation of matrix effects in laboratory studies of catalytic ozonation processes. *Industrial and engineering chemistry research*. 2019;58(8):3468–3477. doi: 10.1021/ACS.IECR.8B05465
10. Gulyaev PV, Ozerov IN, Gulyaeva TV, et al. Sistema obezzarazhivaniya suhikh kombinirovannyh kormov dlya ptichnikov. *Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosu-darstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014;95:423–459. (In Russ.)
11. Dubrovin AV, Smirnov AA. Nauchnye predposylki ekonomicheski op-timal'nogo obezzarazhivaniya sypuchih kormov ozonom. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2018;1:42–46. (In Russ.)
12. Zoipoulos PE, Drosinos EH. The animal feed question in the shadow of contemporary food crises. In: *The animal feed question in the shadow of contemporary food crises*. 2010:1–222.
13. Shulaev GM, Milushev RK, Engovatov VF, et al. Sovershenstvovanie sostava kormovyh obogatitel'nyh dobavok sozdannyh na osnove rastitel'nogo belka. *Vestnik Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizacii zhivotnovodstva*. 2017;3(27):109. (In Russ.)
14. Patent RUS 2706188 / 14.11.2019. Byul. №32. Priporov IE, Priporov EV, Minov AN. Ustroystvo dlya polucheniya belkovogo korma. (In Russ.) EDN: WDETDE
15. Mel'nikov SV, Aleshkin VR, Roshchin PM. Planirovanie eksperimenta v issledovaniyah sel'skohozyajstvennyh processov. Leningrad: Kolos; 1980. (In Russ.)
16. Azharonok VV, Goncharik SV, Filatova II, et al. Vliyanie vysokochastotnoj elektromagnitnoj obrabotki semennogo materiala zernobobovyh kul'tur na ih posevnye kachestva i produktivnost'. *Elektronnaya obrabotka materialov*. 2009;4(258):76–86. (In Russ.)

ОБ АВТОРЕ

Припоров Игорь Евгеньевич,

доцент, канд. техн. наук,
доцент кафедры «Тракторы, автомобили
и техническая механика»;
адрес: Российская Федерация, 350044, Краснодар,
ул. Калинина, д. 13;
ORCID: 0000-0002-8201-2819;
eLibrary SPIN: 4330-0224;
e-mail: i.priporov@yandex.ru

AUTHOR'S INFO

Igor E. Priporov,

Associate Professor, Cand. Sci. (Engineering),
Associate Professor of the Tractors, Automobiles
and Technical Mechanics Department;
address: 13 Kalinina street, 350044 Krasnodar,
Russian Federation;
ORCID: 0000-0002-8201-2819;
eLibrary SPIN: 4330-0224;
e-mail: i.priporov@yandex.ru