

Научная статья
УДК 631.3.022; 631.861
doi: 10.28983/asj.y2023i3pp150-153

Физико-механические свойства овечьего навоза

Кристина Валерьевна Федорова¹, Александр Сергеевич Старцев¹, Виктор Дмитриевич Хмыров², Бибикуль Джесенбаевна Сарбалина²

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

²Мичуринский государственный аграрный университет, г. Мичуринск, Россия
e-mail: psminapk@mail.ru

Аннотация. В статье обоснована целесообразность использования гранулированного овечьего навоза, обозначены причины, препятствующие производству гранул, отвечающим требованиям для их эффективного использования. Выделены наиболее значимые свойства овечьего навоза. Приведены методики по определению влажности навоза от высоты бурта, его плотности от времени усадки, в виде графических зависимостей представлены результаты лабораторно-полевых опытов. Дано описание и принцип работы влагомера термографического Sartorius MA-150.

Ключевые слова: переработка навоза; физико-механические свойства; влажность; бург; плотность; методика исследований; влагомер термографический инфракрасный Sartorius MA-150.

Для цитирования: Федорова К. В., Старцев А. С., Хмыров В. Д., Сарбалина Б. Д. Механические свойства овечьего навоза // Аграрный научный журнал. 2023. № 3. С. 150–153. [http: 10.28983/asj.y2023i3pp150-153](http://10.28983/asj.y2023i3pp150-153).

AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

Physical and mechanical properties of sheep manure

Kristina V. Fedorova¹, Alexander S. Startsev¹, Viktor D. Khmyrov², Bibigul D. Sarbalina²

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

²Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia.
e-mail: psminapk@mail.ru

Abstract. The article substantiates the expediency of using granulated sheep manure, identifies the reasons preventing the production of pellets that meet the requirements for their effective use. The most significant properties of sheep manure are highlighted. The methods for determining the moisture content of manure from the height of the shoulder, its density from the time of precipitation are given, the results of laboratory and field experiments are presented in the form of graphical dependencies. The description and principle of operation of the thermographic moisture meter Sartorius MA-150 is given.

Keywords: processing of manure; physical and mechanical properties; humidity; stack; density; research methodology; thermographic infrared moisture meter Sartorius MA-150.

For citation: Fedorova K. V., Startsev A. S., Khmyrov V. D., Sarbalina B.D. Physical and mechanical properties of sheep manure// Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2023;(3):150–153. (In Russ.). [http: 10.28983/asj.y2023i3pp150-153](http://10.28983/asj.y2023i3pp150-153).

Введение. Переработка овечьего навоза является одним из перспективных направлений механизации животноводства, что позволяет утилизировать отходы, а также является источником органических удобрений для получения высококачественной продукции [8, 9]. Наиболее рациональным решением задачи по использованию овечьего навоза является его внесение в почву в виде гранул. Использование гранулированного навоза позволяет улучшить структуру почвы, делая её более рыхлой, способствует удержанию в ней влаги, создаёт благоприятную среду для развития полезных почвенных микроорганизмов [1, 6]. У гранулированного навоза нейтральный *ph* 2,0–3,0 что делает его универсальным в использовании к любым растениям [3]. Гранулы овечьего навоза удобно фасовать в тару, вносить в почву при посеве и посадке сельскохозяйственных культур в зону корней и использовать, как топливо для котлов.



На основе анализа существующих конструкций грануляторов можно сделать следующие выводы.

1. В ходе анализа процесса переработки овечьего навоза были выявлены значительные отклонения, не позволяющие использовать овечий навоз как удобрение в полной мере [4, 8].

2. У существующих конструкций для переработки овечьего навоза, грануляторов отсутствуют эффективные камеры прессования и средства формовки. В результате полученные гранулы не отвечают требованиям, обеспечивающим их эффективное использование.

Для обоснования конструктивных параметров рабочих элементов грануляторов, ориентированных на производство гранул, целесообразно исследовать физико-механические свойства овечьего навоза [10].

Как показывают разработанные ранее методики [5–7], наиболее значимыми свойствами навоза, являются влажность навоза в зависимости от высоты бурта; плотность в зависимости от времени хранения при стандартной температуре 40°C.

Методика исследований. Для исследования влажности овечьего навоза в бурте отбирали порции на разной высоте. Затем с помощью влагомера термогравиметрического инфракрасный Sartorius MA-150 (рис. 1) определяли влажность.

В соответствии с руководством по эксплуатации, перед проведением исследований прибор следует прогреть не менее 30 мин после первого включения либо после длительного выключения электроэнергии [2].

Прибор считается готовым к использованию по достижении требуемой рабочей температуры (табл. 1).



Рис. 1. Влагомер термогравиметрический инфракрасный Sartorius MA-150

Таблица 1

Технические характеристики влагомера Sartorius MA-150

Параметр	Значение
Цена наименьшего разряда в единицах массы, г	0,001
Наибольший предел взвешивания, г	150
Диапазон измерений влажности, %	0,05–99,95
Цена наименьшего разряда в единицах влажности, г	0,01
Диапазон устанавливаемых температур сушки, °C	40–180
Нагревательный элемент	Керамический или кварцевый
Встроенный интерфейс	RS-232

Далее необходимо распределить пробу в кювете тонким, ровным слоем. Высота слоя должна составлять от 2 до 5 мм, масса – 5–15 г [1].

После чего нажимали клавишу «Start». Анализ начинался спустя 2 с после закрытия крышки. Параметры стандартной сушки: температура – 105 °C, время – 3 мин.

Выключение прибора происходило автоматически [2]. Для автоматического выключения могут быть использованы параметры времени или изменение влажности.

Данные анализа выводили на монитор и распечатывали на принтере с устройства.

Исследование плотности овечьего навоза от времени хранения проводили следующим образом, на разной высоте бурта овечьего навоза вырезали кубики. После чего определяли их объем, взвешивали на весах и по формуле определяли плотность.

$$\rho = \frac{m}{V},$$

где ρ – плотность овечьего навоза, кг/м³; m – масса кубика овечьего навоза, кг; V – объем кубика овечьего навоза, м³.





Результаты исследований. Влажность овечьего навоза исследовали в зависимости от высоты бурта. Результаты представлены в графической форме на рис. 2.

Уравнение зависимости:

$$y = -0,67x^2 - 2,404x + 44,99; \quad (1)$$

$$R^2 = 0,9979.$$

Из графика видно, что влажность навоза в буртах находится в пределах от 25 до 40 %. Это объясняется смещением влаги в нижние слои бурта под воздействием гравитационных сил.

Результаты исследований плотности овечьего навоза представлены на рис. 3.

Уравнение зависимости:

$$y = 10,71x^2 + 157,39x + 280; \quad (2)$$

$$R^2 = 0,9908.$$

Из графика видно, что плотность овечьего навоза при влажности 40 % изменяется от 430 кг/м³ и через 5 сут. доходит до 790 кг/м³. Такой процесс наблюдается при самоуплотнении с истечением времени хранения.

Заключение. Проведенные исследования влажности овечьего навоза и плотности от времени хранения в буртах представлены в графической форме, при этом влажность составляет 24–47 %, плотность 430–790 кг/м³. Полученные результаты исследований физико-механических свойств овечьего навоза необходимы для разработки и проектирования пресс-грануляторов.

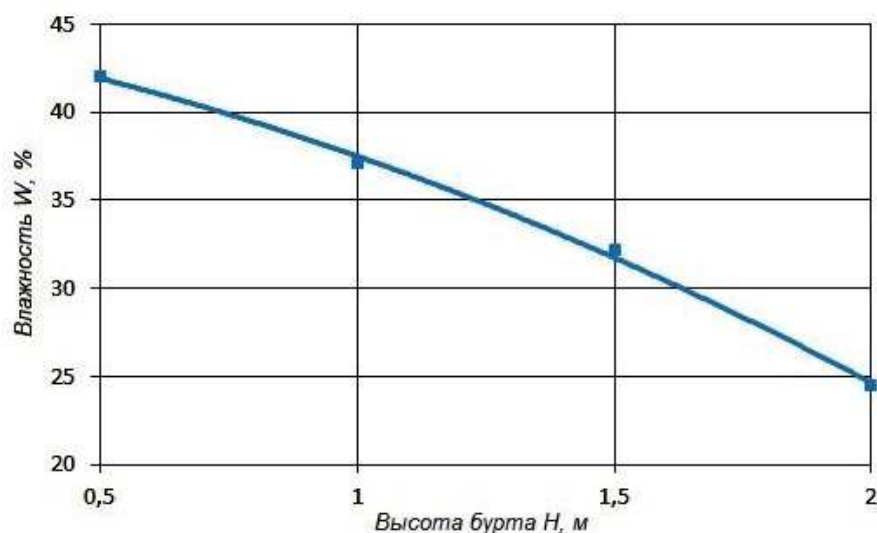


Рис. 2. Зависимость влажности навоза от высоты бурта

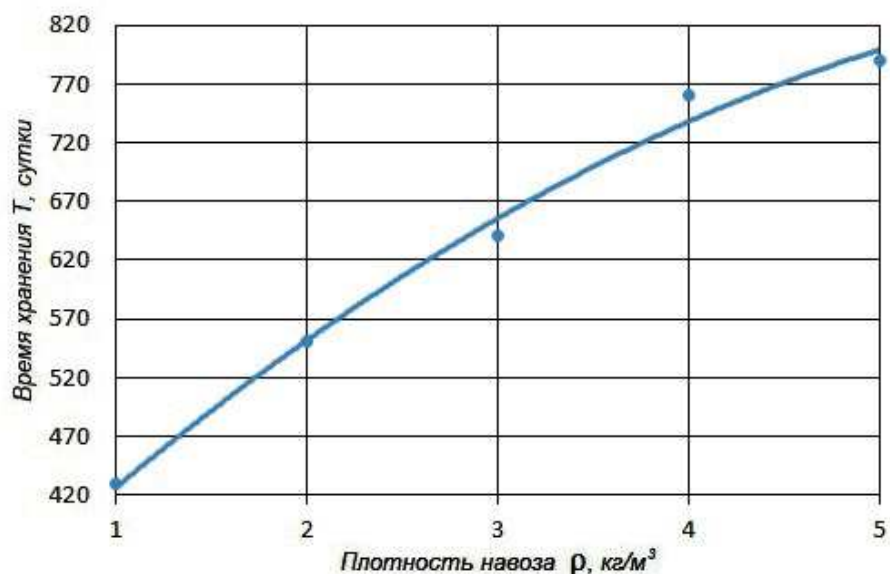


Рис. 3. Зависимость плотности овечьего навоза от времени хранения при стандартной температуре 40°C

1. Влагомер термографический инфракрасный Sartorius MA-150. Режим доступа: https://sartorius.nt-rt.ru/images/manuals/analiz_ma150.pdf.
2. Влагомер термографический инфракрасный MA-150 Sartorius. Режим доступа: <https://www.mirvesov.ru/docs/guide/10727.pdf>.
3. Инструкция по применению гранулированного куриного помёта, доза // Дачная жизнь. Настольная книга дачника: советы, ответы, обзоры. Режим доступа : <https://cvet-dom.ru/tepliy-i-parniki/instrukciya-po-primeneniyu-granulirov>.
4. Старцев А.С., Чернова Е.Н. Физико-механические свойства навоза, влияющие на качество очистки ленты клетки для содержания животных // Аграрная наука в VIII веке: проблемы и перспективы: Сб. науч. трудов. Саратов, 2014. С. 126–128.
5. Старцев А.С., Чернова Е.Н. Методика проведения экспериментальных исследований очистки клетки для содержания животных скребком-очистителем // Аграрная наука в VIII веке: проблемы и перспективы: Сб. науч. трудов. Саратов, 2014. С. 121–125.
6. Исследование физико-механических свойств гранулированного органического удобрения из подстилочного навоза / В.Д. Хмыров [и др.] // Вестник Мичуринского ГАУ. 2017. № 1. С. 145–149.
7. Исследование коэффициентов внешнего трения гранулированных органических удобрений, изготовленных из подстилочного овечьего навоза / В.Д. Хмыров [и др.] // Вестник Мичуринского ГАУ. 2017. № 1. С. 149–155.
8. Хмыров В.Д., Гурьянов Д.В., Аннагулыев Г.П. Устройство для измельчения подстилочного навоза // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Мичуринск, 2017. С. 111–113.
9. Хмыров В.Д., Сарбалина Б.Д., Федорова К.В. Экспериментальная установка ворошителя-измельчителя погрузчика овечьего подстилочного навоза // Теория, методология, практика: материалы IV Всерос. нац. науч.-практ. конф. Тамбов, 2022. С. 300–302.
10. Guryanov D.V., Khmyrov V.D., Guryanova Y.V., Trufanov B.S., Kudenko V.B. Technical means for disinfection and processing of bedding manure into organic fertilizers // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. «International Conference on Agricultural Science and Engineering» 2021. С. 012034.

REFERENCES

1. Thermographic infrared moisture meter MA-150 Sartorius. URL: <https://www.mirvesov.ru/docs/guide/10727.pdf>.
2. Thermographic infrared moisture meter MA-150 Sartorius. URL: <https://www.mirvesov.ru/docs/guide/10727.pdf>.
3. Instructions for the use of granulated chicken manure, dose // Country life. Handbook of a summer resident: advice, answers, reviews. URL: <https://cvet-dom.ru/tepliy-i-parniki/instrukciya-po-primeneniyu-granulirov>.
4. Startsev A.S., Chernova E.N. Physico-mechanical properties of manure, affecting the quality of cleaning the cage tape for keeping animals. *Agrarian science in the VIII century: problems and prospects*. Saratov, 2014: 126–128. (In Russ.).
5. Startsev A.S., Chernova E.N. Methodology for conducting experimental studies of cleaning cages for keeping animals with a scraper-cleaner. *Agrarian science in the VIII century: problems and prospects*. Saratov, 2014: 121–125. (In Russ.).
6. Study of the physical and mechanical properties of granulated organic fertilizer from bedding manure / V.D. Khmyrov et al. *Bulletin of the Michurinsky State Agrarian University*. 2017; 1: 145–149. (In Russ.).
7. Study of the coefficients of external friction of granular organic fertilizers made from bedding sheep manure / V.D. Khmyrov et al. *Bulletin of the Michurinsky State Agrarian University*. 2017; 1: 149–155. (In Russ.).
8. Khmyrov V.D., Guryanov D.V., Annagulyev G.P. Device for grinding under-bed manure. *Engineering support of innovative technologies in the agro-industrial complex*. Michurinsk, 2017: 111–113. (In Russ.).
9. Khmyrov V.D., Sarbalina B.D., Fedorova K.V. Experimental installation of a turner-chopper for a loader of sheep bedding manure. *Theory, methodology, practice*. Tambov, 2022: 300–302. (In Russ.).
10. Guryanov D.V., Khmyrov V.D., Guryanova Y.V., Trufanov B.S., Kudenko V.B. Technical means for disinfection and processing of bedding manure into organic fertilizers. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "International Conference on Agri-cultural Science and Engineering"*. 2021: 012034. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 9.11.2022; одобрена после рецензирования 29.11.2022; принята к публикации 12.12.2022.

The article was submitted 9.11.2022; approved after reviewing 29.11.2022; accepted for publication 12.12.2022.

