ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. АГРОИНЖЕНЕРИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-43

FACTORS AFFECTING THE EFFICIENCY OF USING MACHINES FOR FORMING AND TRANSPORTING HAY ROLLS

A. I. Ryadnov, S. Yu. Fandeev

*Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Volgograd State Agrarian University, Russia*

Received 06.09.2020

Submitted 25.11.2020

Funding: *The reported study was funded by RFBR, project number 20-38-90255.*

Summary

It is proposed to divide all the factors that affect the efficiency of using machines for harvesting hay from Sudanese grass in rolls into three groups. The first group of factors relate to the design and technological features of machines that form rolls, as well as machines that load rolls on a vehicle, and vehicles. The second group of factors relates to the cleaning conditions. This group includes factors of harvested crops, natural and climatic, operational and organizational. The third group includes technological factors: the quality of work and the level of mechanization and automation of roll forming processes, their loading from the field to the vehicle and unloading at the storage site.

Abstract

Introduction. The solution to the problem of feed for cattle in areas with insufficient moisture is possible by expanding the area for high-yielding drought-resistant crops, which include, in particular, Sudan grass. The importance of expanding the cultivation of Sudanese grass is also due to the fact that this crop is close to the zootechnical norm in terms of the content of digested protein. One of the most time-consuming and energy-consuming operations in growing Sudanese grass is its harvesting. In the conditions of the Volgograd region, a large proportion of Sudanese grass crops are harvested for hay, compressed into rolls. Compressed hay is used primarily for feeding cattle in the stable period. Modern agricultural production requires a significant increase in the efficiency of the used equipment, including harvesting. In this regard, it is important to evaluate the effectiveness of using technical means for harvesting Sudanese grass for hay according to a comprehensive criterion. However, to do this, it is necessary to study, first of all, the factors that affect the performance of harvesting machines. **The purpose** of this work is to analyze the factors that affect the use of machines used for harvesting Sudanese grass for cattle feed during the stable period. **Materials and methods.** The research is based on the application of detailed monitoring of the use of machines for harvesting Sudanese grass in the farms of the Volgograd region, the modern theory of logic of science, the methodology of scientific research and the provisions of the theory of operation efficiency. **Results.** There are three groups of factors that affect the efficiency of using machines for forming hay rolls from Sudanese grass and transporting them from the field to the storage site: structural and technological factors of machines used for cleaning, factors of cleaning conditions and technological factors. The first group of factors relates to the design and technological features of machines that form rolls of hay from the Sudanese grass, as well as machines that load rolls of hay on a vehicle, and vehicles used to transport rolls from the field to the storage site. The second group of factors relates to the cleaning conditions. This group includes factors of harvested crops, natural and climatic, operational and organizational. The third group includes technological factors: the quality of work and the level of mechanization and automation of roll forming processes, their loading from the field to the vehicle and unloading at the storage site. **Conclusion.** The classification of factors affecting the efficiency of using machines for forming and transporting hay rolls is proposed in three groups: structural and technological factors of machines used for cleaning, factors of cleaning conditions and technological factors.

Key words: *factors that affect the efficiency of using machines, hay rolls from sudanese grass, machines for forming hay rolls, vehicles.*

Citation. Ryadnov A. I., Fandeev S. Yu. Factors affecting the efficiency of using machines for forming and transporting hay rolls. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2020. 4(60). 460-468

(in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-43.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 631.353.3

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАШИН ПО ФОРМИРОВАНИЮ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ РУЛОНОВ СЕНА

А. И. Ряднов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
С. Ю. Фандеев, аспирант

Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

Дата поступления в редакцию 06.09.2020

Дата принятия к печати 25.11.2020

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта
№ 20-38-90255.*

Аннотация. Решение проблемы кормовой базы для крупного рогатого скота в зонах с недостаточным увлажнением возможно за счет расширения площадей суданской травы. Одной из самых трудоемких и энергозатратных операций при выращивании суданской травы является ее уборка. В условиях Волгоградской области большая доля посевов суданской травы убирается на сено, спрессованное в рулоны. Современное сельскохозяйственное производство требует существенного повышения эффективности использования техники на уборке суданской травы. В связи с этим важно дать оценку эффективности использования технических средств на уборке суданской травы на сено по комплексному критерию. Однако для этого следует изучить, в первую очередь, факторы, влияющие на показатели использования уборочных машин. **Цель настоящей работы** – анализ факторов, влияющих на показатели использования машин, применяемых на уборке суданской травы на корм крупному рогатому скоту в стойловый период. **Материалы и методы.** Исследования основаны на применении детального мониторинга использования машин на уборке суданской травы в хозяйствах Волгоградской области, современной теории логики науки, методологии научных исследований и положений теории эффективности операций. **Результаты.** Выделено три группы факторов, влияющих на показатели эффективности использования машин по формированию рулонов сена из суданской травы и их транспортировке с поля к месту хранения: конструктивно-технологические факторы машин, используемых на уборке, факторы условий уборки и технологические факторы. Первая группа факторов относится к конструктивно-технологическим особенностям машин, формирующих рулоны из сена суданской травы, а также машин, осуществляющих погрузку рулонов сена на транспортное средство, и транспортных средств. Вторая группа факторов относится к условиям уборки. Эта группа включает факторы убираемой сельскохозяйственной культуры, природно-климатические, эксплуатационные и организационные. К третьей группе отнесены технологические факторы: качество выполнения работы и уровень механизации и автоматизации процессов формирования рулонов, их погрузки с поля в транспортное средство и выгрузки на месте хранения. **Заключение.** Предложена классификация факторов, влияющих на эффективность использования машин по формированию и транспортировке рулонов сена, на три группы: конструктивно-технологические факторы машин, используемых на уборке, факторы условий уборки и технологические факторы.

Ключевые слова: рулоны сена, формирование рулонов сена, транспортировка рулонов сена, уборка суданской травы, механизированная уборка сена.

Цитирование. Ряднов А. И., Фандеев С. Ю. Факторы, влияющие на эффективность использо-

вания машин по формированию и транспортировке рулонов сена. *Известия НВ АУК*. 2020. 4(60). 460-468. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-43.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Решение проблемы кормовой базы для крупного рогатого скота в зонах Российской Федерации с недостаточным увлажнением возможно за счет расширения площадей под посевы высокоурожайных засухоустойчивых культур, к которым относится, в частности, суданская трава [1, 2]. Важность расширения посевов суданской травы связанной также и с тем, что эта культура по содержанию перевариваемого протеина близка к зоотехнической норме [8, 15].

Одной из самых трудоемких и энергозатратных операций при выращивании суданской травы является ее уборка.

Суданскую траву убирают на зеленый корм, сено, силос и семена. Рекомендуется выполнять уборку на сено в фазах полного выхода в трубку [7], на силос скашивание проводят в фазе молочной спелости зерна, а уборку на семена – при созревании метелок главных стеблей. При этом качество растительной массы должно удовлетворять требованиям к корму [14].

При уборке на зеленый корм используют косилки-измельчители КУФ-1,8; КИР-1,5 или другие машины.

При заготовке суданской травы в Российской Федерации широко используются самоходные кормоуборочные комбайны: «Дон-680», «Марал-125-М», «Амур 680», «Енисей-324», а также комплекс техники «Палессе».

Для прессования скошенных растений применяют различные пресс-подборщики, образующие рулоны или тюки.

При уборке на семена в настоящее время используют, в основном следующие технологии: раздельная уборка (скашивание растений жатками ЖВН-3,6; ЖРБ-4,2 и другими на высоком срезе (35–45 см) и обмолот их через 3-4 дня зерноуборочными комбайнами), прямое комбайнирование зерноуборочными комбайнами, высокий срез метелок (при высоком стеблестое) со сбором их в прицеп, например машиной СМ-2,6, с дальнейшим обмолотом на стационаре молотилками различной конструкции, очес метелок на корню очесными жатками или соргоуборочным комбайном конструкции Волгоградского ГАУ, в котором использован инерционно-очесный способ обмолота (патент РФ № 2635403).

В условиях Волгоградской области большую долю посевов суданской травы убирают на сено, спрессованное в рулоны. Следует отметить, что в сене, спрессованном в тюки или рулоны, в 1,5-2 раза уменьшаются потери питательных веществ по сравнению с рассыпным сеном [11]. Спрессованное сено используется, в первую очередь, на корм крупному рогатому скоту в стойловый период, который порой достигает 5-6 месяцев.

Современное сельскохозяйственное производство требует существенного повышения эффективности использования применяемой техники, в том числе и уборочной. В связи с этим, важно дать оценку эффективности использования технических средств на уборке суданской травы на сено по комплексному критерию. Однако для этого следует изучить, в первую очередь, факторы, влияющие на показатели использования уборочных машин.

Цель настоящей работы – анализ факторов, влияющих на показатели использования машин, применяемых на уборке суданской травы на корм крупному рогатому

скоту в стойловый период.

Материалы и методы. При подготовке настоящей статьи осуществлялся детальный мониторинг использования машин на уборке суданской травы в хозяйствах Волгоградской области, использован материал научных работ по исследованию производительности машин, их технологичности и надежности, особенностям эксплуатации, качеству выполнения работ, технологиям уборки сельскохозяйственных культур [1, 6, 9, 10, 12, 13]. Методика проводимых исследований основана на применении современной теории логики науки, методологии научных исследований и положениях теории эффективности операций.

Результаты и обсуждение. Анализ научных работ по оценке эффективности уборки сельскохозяйственных культур на сено для корма крупного рогатого скота позволил выделить три группы факторов, влияющих на показатели эффективности использования машин по формированию рулонов сена из суданской травы и их транспортировки с поля к месту хранения: конструктивно-технологические факторы машин, используемых на уборке, факторы условий уборки и технологические факторы.

Первая группа факторов относится к конструкционно-технологическим особенностям машин, формирующих рулоны из сена суданской травы, а также машин, осуществляющих погрузку рулонов сена на транспортное средство, и транспортных средств, используемых на перевозке рулонов с поля к месту хранения.

В настоящее время для формирования сена в рулоны используются рулонные пресс-подборщики: ПРП-1,6, ПР-Ф – 110, ПР-145 С, ПР-Ф-180, ППР-120 «Pelikan», ПР-Ф-750 и другие как отечественного, так и зарубежного производства.

Основными отличительными признаками конструкций рулонных пресс-подборщиков являются следующие: масса и размеры формируемых рулонов сена, плотность прессования и рабочая ширина захвата.

На погрузке рулонов в транспортное средство широко используются фронтальный погрузчик-стогометатель ПФ - 0,5М с приспособлением ПТ-Ф-500, навесной универсальный стогометатель-погрузчик СНУ-550 и другие. Эти машины отличаются друг от друга грузоподъемностью, высотой подъема груза, маневренностью и устойчивостью к опрокидыванию.

В зависимости от расстояния перевозки рулонов сена используют транспортные агрегаты, например, МТЗ-82.1 + 2ПТС-4, К-701+3ПТС-12, транспортировщики рулонов ТП-10, а также автомобили различной грузоподъемности.

К конструктивно-технологическим факторам транспортных средств относятся грузоподъемность и возможность ее использования, объем кузова и возможность его изменения, скорость движения, маневренность и проходимость по различным видам дорог, устойчивость к опрокидыванию, особенности выгрузки (самосвальное или с использованием дополнительных средств), техническая и технологическая надежности, возможность транспортировки рулонов сена, сохранность формы рулонов и их обвязки или упаковки.

Вторая группа факторов относится к условиям уборки. Эта группа включает факторы убираемой сельскохозяйственной культуры, природно-климатические, эксплуатационные и организационные.

К факторам убираемой культуры можно отнести: урожайность, влажность растений и засоренность. От этих факторов зависит загрузка машин, формирующих рулоны сена, а, следовательно, и их производительность.

К факторам природно-климатических условий, при которых осуществляется уборка суданской травы, можно отнести количество выпавших осадков за период уборки, температуру окружающего воздуха, скорость и направление ветра. От указанных факторов во многом зависит производительность машин, формирующих рулоны, каче-

ство сена, потери урожая и ряд других показателей.

Рисунок – Классификация факторов, влияющих на эффективность использования машин при уборке сена в рулонах

Figure – Classification of factors that affect the efficiency of using machines when harvesting hay in rolls

Эксплуатационные и организационные факторы оказывают существенное влияние на важнейшие показатели использования машин: производительность, качество работы и себестоимость сена.

К третьей группе отнесены технологические факторы: качество выполнения работы и уровень механизации и автоматизации процессов формирования рулонов, их погрузки с поля в транспортное средство и выгрузки на месте хранения [5].

Эксплуатационные и организационные факторы определяются показателями использования машин на уборке суданской травы в рулонах в заданных условиях [4]. Эти показатели зависят от квалификации обслуживающего персонала, скоростного режима машин на подборе валков сена и его прессования, а также на транспортировке рулонов к месту хранения. Кроме того, к этой группе факторов можно отнести среднее расстояние перевозки рулонов, которое определяется, в частности, размерами хозяйства и расстоянием до места реализации, состояние дорог как грунтовых, так и с твердым покрытием, доля пути, относящаяся к транспортировке рулонов по дорогам с твердым покрытием и к переездам по полю, форма организации работы (индивидуальная, звеньевая, бригадная и т.п.), нагрузка на одно транспортное средство, зависящая от объема перевозок и количества транспортных средств различной грузоподъемности и объема кузова, поточность уборочно-транспортно-разгрузочных работ, зависящая от качества работы управляющего персонала по обеспечению согласованной работы всех звеньев, выполняющих технологический процесс и другие.

Классификация факторов, влияющих на эффективность использования машин по формированию и транспортировке рулонов сена, представлена на рисунке.

Выводы. В результате проведенных исследований предложена классификация факторов, влияющих на эффективность использования машин по формированию и транспортировке рулонов сена. Все факторы разделены на три группы: конструктивно-технологические факторы машин, используемых на уборке, факторы условий уборки и технологические факторы.

Библиографический список

1. Бердышев В. Е. Методология оценки качества функционирования зерноуборочных комбайнов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. Т. 76. № 2. С. 85-89.
2. Биктимиров Р. А., Лукманова Ф. Х. Результаты и перспективы селекции сорговых культур в Башкирском НИИСХ // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 1. С. 44-45.
3. Дронова Т. Н., Бурцева Н. И. Возделывание суданской травы на корм в условиях орошения // Кормопроизводство. 2019. № 3. С. 30-33.
4. Коновалов А. П., Тихонов Е. А., Литвинов В. Н. Сравнение технологических операций при заготовке кормов // Resources and Technology. 2010. № 8. С. 71-73.
5. Лабозкий И. М. Технологические особенности и техническое обеспечение заготовки сена // Механизация и электрификация сельского хозяйства. Межведомственный тематический сборник. Минск: Издательство: «Беларуская навука», 2018. С. 174-180.
6. Ловчиков А. П., Ловчиков В. П., Иксанов Ш. С. Теоретический аспект технологического процесса прямого комбайнирования зерновых культур с двойным срезом стеблей // Известия ОГАУ. 2015. № 3(53). С. 92-95.
7. Муслимов М. Г., Салаватов А. С., Таймазова Н. С. Влияние сроков уборки суданской травы на урожайность и качество зелёной массы // Вестник АПК Ставрополя. 2016. № 3(23). С. 197-200.
8. Перспектива использования однолетних яровых кормовых культур в кормопроизвод-

стве / М. П. Жукова [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. 2015. № 3(19). С. 149-153.

9. Ряднов А. И., Алмазов И. В. Обоснование длины ездки грузовых автомобилей при транспортировке сена в рулонах // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 3 (39). С. 167-170.

10. Ряднов А. И. Метод выбора транспортных средств при уборке сельскохозяйственных культур // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 1(57). С. 349-356.

11. Трухачев В. И., Орлянский А. В., Орлянская И. А. Обоснование рациональных параметров процесса заготовки сенажа в рулонах с использованием имитационного моделирования: монография. Ставрополь: АГРУС, 2018. 176 с.

12. Федорова О. А. Факторы, влияющие на показатели использования зерноуборочных комбайнов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 4 (48). С. 239-245.

13. Шепелев С. Д., Черкасов Ю. Б. Обоснование границ эффективности использования накопителя-перегрузжателя // Вестник КрасГАУ. 2013. № 12. С. 199-203.

14. McIntosh D. W. Forage harvest timing impact on biomass quality from native warm-season grass mixtures // Agronomy Journal. 2016. Vol. 108. Iss. 4. P.1524-1530.

15. Tagarakis A. C. Proximal sensing to estimate yield of brown midrib forage sorghum // Agronomy Journal. 2017. Vol. 109. Iss. 1. P. 107-114.

Conclusions. As a result of the conducted research, the efficiency coefficient of using sorghum harvesters of various designs is proposed, taking into account their performance for one hour of shift time under the same cleaning conditions. The use of a sorghum harvester equipped with a device for replacing a hopper filled with grain with removable empty bins allows increasing the efficiency of its use by 1.2 – 3.7 times, depending on the productivity of grain threshing per shift, the volume of the removable hopper and the object of comparison.

Reference

1. Berdyshev V. E. Methodology for assessing the quality of functioning of grain harvesters // Bulletin of the Altai state agrarian University. 2011. Vol. 76. No. 2. Pp. 85-89.

2. Biktimirov R. A., Lukmanova F. H. Results and prospects of selection of sorghum crops in the Bashkir research Institute // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2010. No. 1. Pp. 44-45.

3. Dronova T. N., Burtseva N. I. Cultivation of Sudanese grass for food under irrigation conditions // Forage Production. 2019. No. 3. Pp. 30-33.

4. Konovalov A. P., Tikhonov E. A., Litvinov V. N. Comparison of technological operations in the preparation of feed // Resources and Technology. 2010. No. 8. Pp. 71-73.

5. Labotsky I. M. Technological features and technical support of hay harvesting // Mechanization and electrification of agriculture. Interdepartmental thematic collection. Minsk: Publishing House: "Belarusskaya Navuka", 2018. Pp. 174-180.

6. Lovchikov A. P., Lovchikov V. P., Iksanov Sh. S. Theoretical aspect of the technological process of direct combining of grain crops with a double cut of stems // News of OGAU. 2015. No. 3 (53). Pp. 92-95.

7. Muslimov M. G., Salavatov A. S., Taimazova N. S. Influence of harvesting time of the Sudan grass on the yield and quality of the green mass // Bulletin of the Stavropol agro-industrial complex. 2016. No. 3(23). Pp. 197-200.

8. Prospects of using annual spring forage crops in forage production / M. P. Zhukova [et al.] // Bulletin of the Stavropol agro-industrial complex. 2015. No. 3(19). Pp. 149-153.

9. Ryadnov A. I., Almazov I. V. Justification of the length of driving trucks when transporting hay in rolls // Proceedings of the nizhnevolzhsky agro-University complex: Science and higher professional education. 2015. No. 3 (39). Pp. 167-170.

10. Ryadnov A. I. Method of selecting vehicles for harvesting agricultural crops // Proceedings of the nizhnevolzhsky agro-University complex: Science and higher professional education. 2020. No.

1(57). Pp. 349-356.

11. Trukhachev V. I., Orlyansky A. V., Orlyanskaya I. A. Substantiation of rational parameters of the process of harvesting hay in rolls using simulation modeling: monograph. Stavropol: AGRUS, 2018. 176 p.

12. Fedorova, O. A. Factors affecting the use of combine harvesters // Proceedings of the nizhnevolzhsky agro-University complex: science and higher professional education. 2017. No. 4 (48). Pp. 239-245.

13. Shepelev S. D., Cherkasov Yu. B. Justification of the limits of the efficiency of using the drive-loader // Bulletin Of Krasgau. 2013. No. 12. Pp. 199-203.

14. McIntosh D. W. Forage harvest timing impact on biomass quality from native warm-season grass mixtures // Agronomy Journal. 2016. Vol. 108. Iss. 4. P.1524-1530.

15. Tagarakis A. C. Proximal sensing to estimate yield of brown midrib forage sorghum // Agronomy Journal. 2017. Vol. 109. Iss. 1. P. 107-114.

Authors Information

Ryadnov Alexey Ivanovich, Professor of the Department "Operation and technical service of machines in agriculture", Volgograd state agrarian University (400002, southern Federal district, Volgograd region, Volgograd, 26 Universitetskiy Ave.), honored worker of the higher school of the Russian Federation, doctor of agricultural Sciences, Professor,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2364-4944>. E-mail: alex.rjadnov@mail.ru;

Fandeyev Sergey Yurievich, postgraduate student Volgograd state agrarian University (400002, southern Federal district, Volgograd region, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26.), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9894-672>. E-mail: fandey-kashperovsky@mail.ru

Информация об авторах

Ряднов Алексей Иванович, профессор кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин в АПК» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, Южный федеральный округ, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26.), Заслуженный работник высшей школы РФ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2364-4944>. E-mail: alex.rjadnov@mail.ru;

Фандеев Сергей Юрьевич – аспирант ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, Южный федеральный округ, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26.), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9894-672>. E-mail: fandey-kashperovsky@mail.ru.