УДК 637.115

DOI: 10.35887/2305-2538-2020-5-74-81

**РОБОТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДОЕНИЯ КОРОВ
ПОВЫШАЕТ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА**¹Симонов Геннадий Александрович¹Никифоров Владислав Евгеньевич¹Иванова Дарья Александровна²Филиппова Ольга Борисовна¹ФГБУН «Вологодский научный центр Российской академии наук»²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт

использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»

Реферат. Применяемые на фермах технологии доения в основном имеют единый механизм взаимодействия с животными. Производительность и функциональная особенность доильных установок определяется типом содержания коров – привязным или беспривязным. На животноводческих комплексах с беспривязным содержанием коров чаще всего внедряется система доения в доильных залах, оснащённая установками с программными средствами и возможностью индивидуального учёта ежедневного удоя. На примере молочной фермы «Племзавод Родина» Вологодской области проведено исследование технологических особенностей доения коров с помощью роботов (VMS «DeLaval») в сравнении с традиционным доением. Дана сравнительная оценка производительности различных технологий доения высокопродуктивных коров. Проведены хронометрические наблюдения за процессом доения: доение в линейный молокопровод; доение с применением установки «Европараллель» на 24 места фирмы De Laval; доение четырьмя роботами-дойками VMS фирмы De Laval. Средняя продолжительность доения на исследуемых технологиях находится в пределах 4-6 минут. Средние показатели продолжительности доения коров в указанных технологиях соответствуют общим требованиям машинного доения. Полученные средние показатели кривых по продолжительности доения указывают на проведение планомерной работы по подбору животных с нормально развитым выменем. Существование на ферме комбинированной системы привязного и беспривязного содержания позволяет эффективно проводить дойку высокопродуктивных коров. В молоке уменьшилось содержание соматических клеток. Данный показатель качества составляет 238 тыс./см³, что соответствует и российскому и европейскому стандарту молока высшего сорта.

Ключевые слова: роботизированная технология доения, система доения, коровы, молоко, качество, эффективность.

**ROBOTIC TECHNOLOGY MILKING THE COWS INCREASES
THE EFFICIENCY OF MILK PRODUCTION**¹Simonov Gennady¹Nikiforov Vladislav¹Ivanova Dasha²Filippova Olga¹FSBIS "Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences"²FSBSI "All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture"

Abstract. Milking technologies used on farms generally have a single mechanism of interaction with animals. Productivity and functional features of milking units are determined by the type of keeping cows – tethered or loose. At livestock complexes with loose keeping of cows, a milking system is most often implemented in milking parlors, equipped with installations with software and the possibility of individual accounting of daily milk yield. On the example of the dairy farm "Plemzavod Rodina" in the Vologda region, the research of technological features of milking cows using robots (VMS "DeLaval") in comparison with traditional milking was carried out. A comparative assessment of the productivity of various milking technologies for highly productive cows is given. Chronometric

observations of the milking process were carried out: milking in a linear milk line; milking with the use of the "Europarallel" installation for 24 seats by De Laval; milking by four VMS milking robots by De Laval. The average duration of milking on the studied technologies is within 4-6 minutes. The average duration of milking cows in these technologies meet the General requirements of machine milking. The obtained average values of the curves for the duration of milking indicate that systematic work is being carried out to select animals with normally developed udders. The existence of a combined system of tethered and loose keeping on the farm makes it possible to effectively milk highly productive cows. The content of somatic cells in milk decreased. This quality indicator is 238 thousand/cm³, which corresponds to both the Russian and European standards of premium milk.

Keywords: robotic milking technology, milking system, cows, milk, quality, efficiency.

Введение. В настоящее время в отрасли молочного животноводства и производства молока в России наблюдается активный переход от механизированного труда к высокотехнологичному – автоматизированному. Современные доильные установки представляют собой сложное и металлоёмкое оборудование, причём интерес к системам автоматического доения постоянно растёт вследствие очевидных достоинств перед традиционным доением, где главное преимущество это качество получаемого молока и сокращение расходов на оплату труда. Применяемые на фермах технологии доения в основном имеют единый механизм взаимодействия с животными, а функциональная особенность и производительность доильных установок на привязном и беспривязном содержании определяется в зависимости от их типа.

До сих пор на фермах наибольшее распространение имеет привязное и беспривязное содержание, а также совмещённый или комбинированный способ содержания коров. Однако при проектировании новых и строительстве крупных молочных комплексов многие хозяйства ориентируются на беспривязное содержание. Это связано с тем, что на данный период в молочном скотоводстве возможно наиболее эффективно и экономически выгодно обеспечить повышение производства молока именно за счёт унификации доильных залов с беспривязным способом содержания и доением на установках «Елочка», «Тандем» или «Параллель». Поэтому в результате реконструкции современных молочных ферм или введённых в эксплуатацию новых животноводческих комплексов с беспривязным содержанием коров чаще всего внедряется система доения в доильных залах, оснащённая установками с программными средствами и возможностью индивидуально проводить ежедневный учёт удоя коров [1].

Установки типа «Параллель» достаточно широко используются на фермах Европы с начала 90-х годов [2]. Коровы на данной технологии доения размещаются перпендикулярно проходной рабочей зоны оператора. Эти установки имеют преимущество за счёт свободного доступа оператора к вымени, а коровы имеют возможность быстрого выхода и входа следующей группы для доения. Автоматическая фиксация животных позволяет оперативно начать обслуживание при полном заполнении секции, что существенно повышает пропускную способность данной установки. Основываясь на вышеизложенных преимуществах, представляло проявить интерес и выявить технологию доения коров с наиболее эффективной системой доения и содержания.

Наиболее перспективной тенденцией в развитии доильной техники является внедрение доильных роботов по системе добровольного доения, которые способны в автоматическом режиме контролировать продуктивность животных с учётом их физиологического состояния. Действие робота осуществляется благодаря управлению и программной функции выполнения всех технологических операций получения молока, причём все поступающее молоко тестируется. Пропускная способность, или нагрузка на робота по обслуживанию с одним боксом составляет 60-70 коров, а неоспоримым преимуществом является сокращение трудозатрат и экономия трудового времени, более 50% в сравнении с доильными залами типа «Параллель» или «Ёлочка»

Установлено, что в среднем число посещений доильного робота составляет 2,6-3,7 раза, а высокопродуктивные коровы (надой более 30 кг в сутки) от 4 до 5 раз. Этим роботы обеспечивают увеличение продуктивности на 18% в первой лактации, а за всю лактацию до 10-14% [2]. Однако опыт показывает, что при роботизированном доении на отбраковку приходится до 15% коров, т.к. отбор коров должен соответствовать основным критериям по высокой молочной продуктивности и физиологическим требованиям. Это влияет на производительность

обслуживания робота, так как эффективное время работы снижается на непроизводительные подготовительные операции, поскольку время доения весьма ограничено. Вместе с тем учитывается, что индивидуальный подход при обслуживании животных на роботах увеличивает продолжительность их хозяйственного использования до 6 лактаций и более.

Внедрение автоматизированного доения в практику молочно-товарных ферм обязывает зоотехников-селекционеров и специалистов усилить работу по отбору коров, чтобы обеспечить эффективное использование доильных аппаратов, ликвидировать заболевания вымни у коров, повысить их продуктивность. На эффективность машинного доения большое влияние оказывает и сама технология, поскольку технологические манипуляции, выполняющиеся в строгой последовательности, должны иметь определённые характеристики по времени с учётом подготовительных операций доения [3]. Поэтому учёт взаимосвязи различных систем с массовым обслуживанием коров на ферме имеет высокое практическое значение, поскольку в процессе доения и непосредственно молокоотдача может активизироваться или снижаться, в целом важно и отношение по организации всего машинного доения коров на ферме. Цель исследований заключалась в определении эффективности доения коров при различных технологиях содержания.

Материалы и методы. Эксперимент был проведён в 2017-2019 гг. на коровах черно-пестрой породы в условиях ферм АО «Племзавода Родина» Вологодской области Вологодского района, на которых применяется способ привязного и беспривязного содержания в сочетании с технологиями доения на линейном молокопроводе, в доильном зале «Европараллель» и роботизированная технология с использованием VMS «DeLaval».

Для сравнительной оценки производительности различных технологий доения высокопродуктивных коров были проведены хронометрические наблюдения: доение в линейный молокопровод; доение с применением установки «Европараллель» на 24 места фирмы De Laval; доение четырьмя роботами-доярками VMS фирмы De Laval.

Лактирующие коровы в период опыта получали нормированные и сбалансированные рационы согласно существующих норм, что положительно влияло на молочную продуктивность, качество получаемой продукции и воспроизводительную способность [5-15]. Был проведен анализ молочной продуктивности коров при доении на роботах и качественных показателей полученного молока.

Результаты и их обсуждение. Показатели различных технологий доения коров за опыт приведены в (таблице 1).

Таблица 1 – Общие показатели технологий доения

№	Характеристика технологии	Кол-во аппаратов / (операторов)	Кол-во обслуживаемых коров	Длительность дойки, час.	Кол-во доек в час / (в сутки)	Нагрузка на 1 аппарат, (доений в час)
1.	«Молокопровод» Привязное содержание	12/(4)	186	3 раза по 1,9 часа	97,7 / (558)	8,1
2.	Доильный зал «Европараллель» «de Laval»	24/(2)	193	3 раза по 1,8 часа	106,8 / (579)	8,9
3.	Робот «de Laval»	4/1	221	Постоянно 19-21 час	31,2 / (592-656)	7,8

На рисунке 1 показаны распределения продолжительности доения коров в молокопровод, в доильном зале типа «Европараллель» и на роботизированной установке. Распределения отображают интервал и время доения коров на роботах от минимального до максимального значений и составляют от 3 минут до 13 минут соответственно. Средние значения времени периодов доения коров в указанных технологиях соответствуют общим требованиям машинного доения и рефлексам молокоотдачи в пределах 5-6 минут. Полученные средние показатели кривых по времени доения указывают на проведение планомерной работы по подбору животных с нормально развитым выменем, при этом основная группа коров выдаивается в необходимый период времени за 3-8 минут.

а) роботы

б) установка «Европараллель»

в) молокопровод (привязное содержание)

Рисунок 1 – Распределения продолжительности доения коров

Средняя продолжительность доения на роботах составляет 7,67 минуты, следовательно, один робот может обслужить уже за час 7,82 коровы. Если рабочее время робота в сутки длится от 19 до 21 часа с учётом выделенного времени на промывку всей системы, то его производительность по доению коров составит уже 148 – 164 раз за день. В среднем за сутки одна корова может посетить дойку 2,6 – 2,9 раза, это достаточно для устойчивой работы с оптимальной нагрузкой на один робот в 57 – 63 коров, однако в перспективе существуют резервы и возможность обслуживания до 70 – 77 коров.

В доильном зале DeLaval на установке «Европараллель» средняя продолжительность доения составляет 6,73 минуты. Установку обслуживают 2 оператора 24 аппаратами с одновременным доением коров в 2 группах и производительностью 108 коров в час.

На привязном содержании коров средняя продолжительность однократного доения в линейном молокопроводе составляет 7,37 минуты, причём за один час оператор тремя доильными аппаратами при одноразовой дойке способен выдоить до 25 коров.

В течение часа на привязном содержании и тремя переносными аппаратами 4 оператора способны выдоить до 98 коров, соответственно на беспривязном содержании на установке в доильном зале 2 оператора 24 доильными аппаратами подоят до 108 коров. На роботизированной технологии доения в час четыре робота обслуживают 31 – 32 коровы. Исходя из этого обслуживается 186 коров на привязи, 193 в доильном зале и 221 на роботах (таблица 1).

Для доения роботами наиболее подходят коровы первой и второй лактации, так как они наиболее способны быстро обучаться к дальнейшему обслуживанию без участия человека и привыкают к роботизированной доильной системе, они более интенсивно перемещаются и осуществляют быстрый вход и выход, не вызывая длительных простоев робота [4].

Система роботизированной технологии доения наделена автоматическим управлением, имеет существенное преимущество в том, что обеспечивает интеллектуальный режим доения коров, одновременно учитывая получение молока в соответствии с морфологической и функциональной особенностью вымени (рисунок 2). Современные автоматические роботизированные системы с компьютерным управлением оптимально обеспечивают высокую культуру производства и условия работы персонала, связанных с доением коров на ферме.

Рисунок 2 – Контрольный дисплей управления доением на роботе

Несмотря на высокие капитальные и эксплуатационные затраты на приобретение и обслуживание роботов, данная технология позволяет сократить общие расходы и высвободить трудовые ресурсы на другие важные трудоёмкие объекты с целью выполнения плана по реализации и повышения экономической эффективности производства молока [16 – 19].

Роботизированные системы доения вначале получили широкое применение за рубежом. Одной из первых в Вологодской области и в России роботизированная система доения была внедрена в АО «Племзавод Родина». На 2019 год в хозяйстве используются уже 12 роботов от компании DeLaval и 8 роботов GEA, причём обслуживаемое поголовье на роботизированной системе доения увеличилось на 396 коров в 2019 году по сравнению с 2017 годом.

В таблице 2 приведены данные в результате эксплуатации роботизированной технологии доения на фермах АО «Племзавод Родина».

Таблица 2 – Характеристика роботизированной технологии доения

Показатель	Год	
	2017	2019
Число роботов	12	20
Обслуживаемое роботом поголовье коров	718	1114
Средний суточный надой на корову, кг	26,95	31,94

В настоящее время одной из основных задач в области молочного скотоводства является получение молока высокого качества. Это имеет закономерные экономические предпосылки и является основным условием успеха в работе хозяйств. Качественные показатели молока на роботизированной технологии доения в АО «Племзавод Родина» (2017, 2019 гг.) приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Качественные показатели молока

Показатель	Год	
	2017	2019
МДЖ, %	3,87±0,01	3,88±0,01
МДБ, %	3,23±0,00	3,33±0,01
МДЛ, %	4,63±0,00	4,90±0,00
СОМО, %	9,58±0,01	10,12±0,01
Мочевина, мг/100 мл	28,71±0,23	35,66±0,24
Соматические клетки, тыс./см ³	322±9,97	238±10,03

В АО «Племзавод Родина» как в 2017, так и в 2019 году получено молоко с высокими качественными показателями, которые соответствуют условиям, прописанным в ГОСТ Р 52054-2003. «Молоко коровье сырое. Технические условия». По результатам анализа проб молока в 2017 и 2019 гг. наблюдается незначительные изменения массовой доли жира с разницей в 0,01 %, причём белок в 2019 году поднялся до 3,33 %, что превосходит на 0,10 % результаты 2017 года. Согласно данным исследований в 2019 году увеличились показатели МДЛ (+0,27 %) и СОМО (+0,54 %) по сравнению с 2017 годом. Содержание мочевины в анализируемых пробах молока соответствует оптимальным параметрам и составляет 28,71, 35,66 мг/100 мл в 2017 и 2019 гг. соответственно. По соматическим клеткам прослеживается положительный результат, поскольку их содержание в молоке значительно уменьшилось в 2019 году и составляет 238 тыс./см³, что соответствует не только российскому, но и европейскому стандарту (до 300 тыс./см³).

Выводы. Проведенные опыты показали, что современные доильные роботы лучше обеспечивают доение коров. Это положительно влияет на увеличении производства молока и улучшение его качества. Средняя продолжительность доения коров по новой технологии составляет 4-6 минут. Это показывает, что физиологические особенности лактирующих коров не нарушаются. Все зоотехнические показатели при доении по новой технологии соответствуют предъявляемым требованиям. Существование на молочной ферме системы привязного и беспривязного содержания позволяет эффективно проводить дойку высокопродуктивных животных. При этом коров, не пригодных к доению по новой технологии, переводят на привязь. В стойлах их доят переносными доильными аппаратами, что позволяет сохранить ценное маточное поголовье и в дальнейшем получать от него молоко и телят.

Список литературы

1. Хазанов Е.Е., Гордеев В.В., Хазанов В.Е. Модернизация молочных ферм. – СПб.: ГНУСЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии. – 2008. – 380 с.

2. Палкин Г.Г. Высокопроизводительные доильные залы нетрадиционной планировки // Техника и оборудование для села. – 1999. – № 6 (24). – С.15-17.
3. Карташов Л.П. Контроль при машинном доении. – М.: Россельхозиздат, 1977. – 48 с.
4. Сравнительная оценка технологий доения высокопродуктивных коров черно-пестрой породы на современных комплексах / Е.А. Тяпугин, С.Е. Тяпугин, В.К. Углин, В.Е. Никифоров, В.В. Плотникова, И.С. Сереброва // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 4. – С. 77-80.
5. Зотеев В.С. Витаминно-минеральный премикс для дойных коров // Молочное и мясное скотоводство. – 1985. – № 5. – С. 45-46.
6. Рыжиковый жмых в рационе коз зааненской породы / В.С. Зотеев [и др.] // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2014. – № 3. – С. 29-30.
7. Эффективность кормления коров по детализированным нормам / А.П. Калашников [и др.] // Животноводство. – 1984. – № 9. – С. 7-8.
8. Воспроизводительная способность и состояние рубцового метаболизма коров при разной структуре рационов / А.П. Калашников [и др.] // Доклады Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина. – 1984. – № 11. – С. 29.
9. Повышение яйценоскости и качества яиц перепёлок / В.В. Мунгин [и др.] // Птицеводство. – 2016. – № 7. – С. 31-34.
10. Энергосберегающая технология улучшения старосеяных пастбищ / И.В. Сереброва [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 1. – С. 48-50.
11. Симонов Г.А. Использование комплексной минеральной смеси в кормлении коров // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1998. – № 3. – С. 60-61.
12. Продуктивность коров и качество молока при использовании в их рационах ферросила / Г. Симонов, [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – № 4. – С. 19-21.
13. Симонов Г.А., Гуревич В.И. Тритикале в рационе лактирующих свиноматок // Эффективное животноводство. – 2012. – № 8. – С. 48-49.
14. Потребность суягных овцематок в меди в условиях аридной зоны России / Е.А. Тяпугин [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. – 2018. – № 2. – С. 50-54.
15. Ушаков А., Епифанов В. Микитюк А. Минимизация доли концентратов в рационе холостых овцематок // Комбикорма. – 2016. – № 12. – С.81-82.
16. Никифоров В.Е. Внедрение технологии роботизированного доения на современных комплексах вологодской области // АгроЗооТехника. – 2020. – Т. 3. – № 1. – С. 5.
17. Влияние роботизированного доения на качество молока / Г.А. Симонов, В.Е. Никифоров, И.С. Сереброва, Д.А. Иванова, О.Б. Филиппова // Наука в центральной России. – 2020. – № 2 (44). – С. 117-124.
18. Филиппова О.Б., Доровских В.И., Кийко Е.И. К методике физиологической оценки доильного оборудования // Наука в центральной России. – 2014. – № 6. – С. 53-60.
19. Филиппова О.Б., Кийко Е.И. Экономические аспекты нарушения правил машинного доения в промышленном производстве молока // Наука в центральной России. – 2013. – № 6. – С. 72-75.

References

1. Hazanov E.E., Gordeev V.V., Hazanov V.E. Modernizacija molochnyh ferm. – SPb.: GNUSZNIIMJeSH Rossel'hoz akademii. – 2008. – 380 s.
2. Palkin G.G. Vysokoproduktivnye doil'nye zaly netradicionnoj planirovki // Tehnika i oborudovanie dlja sela. – 1999. – № 6 (24). – S.15-17.
3. Kartashov L.P. Kontrol' pri mashinnom doenii. – M.: Rossel'hozizdat, 1977. – 48 s.
4. Sravnitel'naja ocenka tehnologij doenija vysokoproduktivnyh korov cherno-pestroj porody na sovremennyh kompleksah / E.A. Tjapugin, S.E. Tjapugin, V.K. Uglin, V.E. Nikiforov, V.V. Plotnikova, I.S. Serebrova // Dostizhenija nauki i tehniki APK. – 2013. – № 4. – S. 77-80.
5. Zoteev V.S. Vitaminno-mineral'nyj premiks dlja dojnyh korov // Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo. – 1985. – № 5. – S. 45-46.
6. Ryzhikovyj zhmyh v racione koz zaanenskoj porody / V.S. Zoteev [i dr.] // Ovcy, kozy, sherstjanoe delo. – 2014. – № 3. – S. 29-30.
7. Jefferktivnost' kormlenija korov po detalizirovannym normam / A.P. Kalashnikov [i dr.] // Zhivotnovodstvo. – 1984. – № 9. – S. 7-8.
8. Vosproizvoditel'naja sposobnost' i sostojanie rubcovogo metabolizma korov pri raznoj strukture racionov / A.P. Kalashnikov [i dr.] // Doklady Vsesojuznoj akademii sel'skhozajstvennyh nauk im. V.I. Lenina. – 1984. – № 11. – S. 29.

9. Povyshenie jajcenostki i kachestva jaic perepjolok / V.V. Mungin [i dr.] // Pticevodstvo. – 2016. – № 7. – S. 31-34.
10. Jenergosberegajushhaja tehnologija uluchshenija starosejanyh pastbishh / I.V. Serebrova [i dr.] // Dostizhenija nauki i tehniki APK. – 2011. – № 1. – S. 48-50.
11. Simonov G.A. Ispol'zovanie kompleksnoj mineral'noj smesi v kormlenii korov // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozjajstvennyh nauk. – 1998. – № 3. – S. 60-61.
12. Produktivnost' korov i kachestvo moloka pri ispol'zovanii v ih racional'nyh ferrosila / G. Simonov, [i dr.] // Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo. – 2011. – № 4. – S. 19-21.
13. Simonov G.A., Gurevich V.I. Tritikale v racione laktirujushhih svinomatok // Jefferktivnoe zhivotnovodstvo. – 2012. – № 8. – S. 48-49.
14. Potrebnost' sujagnyh ovcematok v medi v uslovijah aridnoj zony Rossii / E.A. Tjapugin [i dr.] // Rossijskaja sel'skohozjajstvennaja nauka. – 2018. – № 2. – S. 50-54.
15. Ushakov A., Epifanov V. Mikitjuk A. Minimizacija doli konckormov v racione holostykh ovcematok // Kombikorma. – 2016. – № 12. – S.81-82.
16. Nikiforov V.E. Vnedrenie tehnologii robotizirovannogo doenija na sovremennyh kompleksah vologodskoj oblasti // AgroZooTehnika. – 2020. – T. 3. – № 1. – S. 5.
17. Vlijanie robotizirovannogo doenija na kachestvo moloka / G.A. Simonov, V.E. Nikiforov, I.S. Serebrova, D.A. Ivanova, O.B. Filippova // Nauka v central'noj Rossii. – 2020. – № 2 (44). – S. 117-124.
18. Filippova O.B., Dorovskih V.I., Kijko E.I. K metodike fiziologicheskoi ocenki doil'nogo oborudovaniya // Nauka v central'noj Rossii. – 2014. – № 6. – S. 53-60.
19. Filippova O.B., Kijko E.I. Jekonomicheskie aspekty narushenija pravil mashinnogo doenija v promyshlennom proizvodstve moloka // Nauka v central'noj Rossii. – 2013. – № 6. – S. 72-75.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Симонов Геннадий Александрович – доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук», Россия, г. Вологда, e-mail: sznii@list.ru.

Никифоров Владислав Евгеньевич – старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук», Россия, г. Вологда, e-mail: sznii@list.ru.

Иванова Дарья Александровна – младший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук», Россия, г. Вологда, e-mail: sznii@list.ru.

Филиппова Ольга Борисовна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: filippova175@yandex.ru.

Author credentials

Affiliations

Simonov Gennady – Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher of Federal State Budgetary Institution of Sciences “Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences”, Russia, Vologda, e-mail: sznii@list.ru.

Nikivorov Vladislav – Senior Researcher of Federal State Budgetary Institution of Sciences “Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences”, Russia, Vologda, e-mail: sznii@list.ru.

Ivanova Dasha – Junior Researcher of Federal State Budgetary Institution of Sciences “Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences”, Russia, Vologda, e-mail: sznii@list.ru.

Filippova Olga – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: filippova175@yandex.ru.

Поступила в редакцию (Received): 11.09.2019 Принята к публикации (Accepted): 19.10.2020