

УДК 631.243.42

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

**К ВОПРОСУ О ПОВРЕЖДЕНИЯХ  
КАРТОФЕЛЯ ПРИ УБОРКЕ И ЗАКЛАДКЕ НА  
ХРАНЕНИЕ**

Борычев Сергей Николаевич  
д.т.н., профессор  
РИНЦ SPIN-код=9426-9897

Колошеин Дмитрий Владимирович  
к.т.н., старший преподаватель  
РИНЦ SPIN-код= 4912-0628

Маслова Лилия Александровна  
Аспирант  
РИНЦ AuthorID: 671543

Волков Александр Иванович  
Аспирант

Першак Евгений Алексеевич  
Аспирант  
*Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия*

В статье рассматривается возможность применения картофелеуборочного комбайна с выгрузным устройством. Представлен принцип работы выгрузного устройства на базе картофелеуборочного комбайна. Выгрузное устройство корнеклубнеуборочной машины позволяет предотвратить повреждение клубней путём гашения скорости и снижения высоты падения сходящего вороха за счёт применения разгрузочного жёлоба, снабженного механизмом подъёма-опускания, выполненного из двух разнонаклоненных плоских секций, на внутренней поверхности которых, поперёк жёлоба, закреплены упруго деформируемые элементы в виде петлевидных поглотителей. Группой авторов была проведена сравнительная оценка испытаний базовой модели картофелеуборочного комбайна AVR Колнаг Spirit 6200 и его усовершенствованного опытно-экспериментального варианта с выгрузным устройством оценка. Исследования проводились на полях фермерского хозяйства «Данко» Луховицкого района, Московской области в 2018 – 2019 годах. Уборка осуществлялась поочередно с нескольких полей. По полученным данным, было установлено, что уровень повреждений клубней картофеля при использовании разработанного опытно-экспериментального варианта выгрузного устройства картофелеуборочной машины составляет 2,1 %, что в сравнении с базовой

UDC 631.243.42

05.20.01-Technologies and means of agricultural mechanization (technical sciences)

**TO THE QUESTION OF POTATO DAMAGE  
DURING HARVESTING AND LAYING FOR  
STORAGE**

Borychev Sergey Nikolaevich  
Dr.Sci.Tech., professor  
RSCI SPIN-code=9426-9897

Koloshein Dmitry Vladimirovich  
Cand.Tech.Sci., Senior Lecturer  
RSCI SPIN- code = 4912-0628

Maslova Lilia Alexandrovna  
postgraduate student  
RSCI AuthorID: 671543

Volkov Alexander Ivanovich  
postgraduate student

Pershak Evgeny Alekseevich  
postgraduate student  
*Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia*

The article considers the possibility of using a potato harvester with an unloading device. The principle of operation of an unloading device based on a potato harvester is presented. The unloading device of the root-harvesting machine allows to prevent damage to tubers by damping the speed and lowering the height of the falling heap due to the use of the unloading gutter equipped with a lifting-lowering mechanism made of two differently inclined flat sections, on the inner surface of which, across the gutter, elastically deformable elements are fixed in the form loop absorbers. A group of authors carried out a comparative assessment of the tests of the basic model of the AVR Kolnag potato harvester Spirit 6200 and its improved experimental version with an unloading rating device. The studies were conducted on the fields of the Danko farm of the Lухovitsky district, Moscow region in 2018 - 2019. Harvesting was carried out alternately from several fields. According to the data obtained, it was found that the level of damage to potato tubers when using the developed experimental version of the unloading device of the potato harvester is 2.1%, which is lower in comparison with the basic model of the harvester. The obtained results of field studies of the experimental unloading device confirmed the results of previous theoretical calculations and laboratory studies, including the high efficiency of the developed device compared to the serial analogue

моделью комбайна ниже. Полученные результаты полевых исследований экспериментального выгрузного устройства подтвердили результаты ранее проведенных теоретических расчетов и лабораторных исследований, в том числе высокую эффективность разработанного устройства по сравнению с серийным аналогом

Ключевые слова: КАРТОФЕЛЬ, УБОРКА, ВЫГРУЗНОЕ УСТРОЙСТВО, КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫЙ КОМБАЙН, ИСПЫТАНИЯ, ПОВРЕЖДЕНИЯ, ПРОЦЕСС ВЫГРУЗКИ

Keywords: POTATO, HARVEST, UNLOADING DEVICE, POTATO HARVESTER, TEST, DAMAGE, UNLOADING PROCESS

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-159-019>

На сегодняшний день картофель по масштабам производства занимает четвертое место [1, 2] уступая лишь рису, пшенице и кукурузе. С переводом производства картофеля на промышленную основу, то есть на полную механизацию всех процессов, начиная от выращивания и заканчивая уборкой и закладкой на хранение, особую актуальность приобретает проблема предупреждения и наибольшего ограничения механических повреждений клубней.

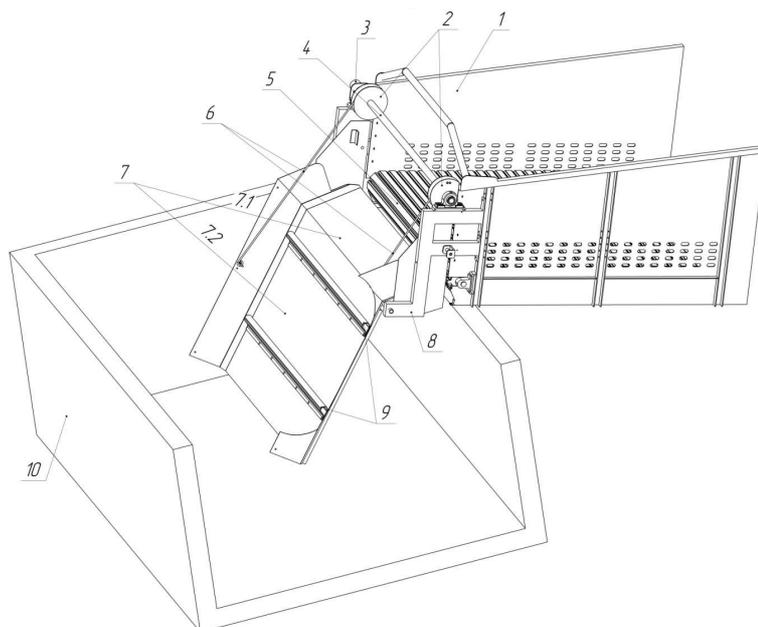
Установлено, что у поврежденного картофеля снижается сохранность (лежкость), что ведет к увеличению отходов и большим потерям при хранении в картофелехранилищах. Механические повреждения в свою очередь также способствуют развитию гнилей, а ушибы клубней вызывают почернение мякоти при хранении [3, 4, 5]. В зарубежной и отечественной практике четко наметились главные направления по решению проблемы снижения повреждаемости картофеля путем совершенствования рабочих органов картофелеуборочных комбайнов.

Однако большое количество клубней картофеля повреждается при падении с выгрузного транспортера в кузов транспортного средства в тех случаях, когда процесс загрузки происходит на ходу. Средняя высота падения клубней в процессе загрузки транспортных средств достигает 1,5 метра, что сохраняет повреждаемость, так как существующая конструкция

гидромеханического устройства подъема (опускания), стрелы выгрузного транспортера не приспособлена для снижения высоты погрузки в процессе работы. Снижение повреждаемости клубней на операции загрузки транспортных средств возможно только путем поддержания минимальной высоты падения в процессе загрузки [5, 6].

Группой авторов в Рязанском ГАУ было разработано выгрузное устройство картофелеуборочного комбайна.

Выгрузное устройство корнеклубнеуборочной машины содержит накопительный бункер 1, на раме которого, под его выгрузным окном закреплен разгрузочный жёлоб 7 с установленными на его внутренней поверхности упруго деформируемыми амортизирующими элементами 9. Разгрузочный жёлоб 7 является составным из двух 7.1, 7.2 разнонаклоненных плоских секций. Упруго деформируемыми элементами являются петлевидные поглотители 9, расположенные в несколько рядов поперёк жёлоба. Разгрузочный жёлоб 7 нижней частью соединен с рамой элеватора шарнирно, а верхней посредством мягких тросов 6 с возможностью вертикального перемещения. Вертикальное перемещение осуществляется накручиванием-раскручиванием мягких тросов на шкивах 2, закрепленных на валу 4, установленном в подшипниках, с приводом от гидромотора 3. (рисунок 1) [7].



1 – накопительный бункер; 2 – шкив; 3 – гидромотор; 4 – вал; 5 – подвижный пол; 6 – мягкий трос; 7 – разгрузочный желоб; 8 – кронштейн крепления устройства; 9 – поперечные поглотители; 10 – кузов транспортного средства

Рисунок 1 – Рабочее положение выгрузного устройства  
картофелеуборочного комбайна

Принцип работы конструкции заключается в следующем. Устройство, закрепленное на выгрузной части накопительного бункера 1 уборочной машины, своим верхним концом 7.1 находится на одном уровне с подвижным полом 5 бункера 1, чтобы плоды попадали на дно разгрузочного желоба 7 не повреждаясь. По первой 7.1, более пологой, части желоба плод движется равноускоренно с начальной скоростью сообщенной подвижным полом 5 накопительного бункера комбайна 1. Минувя первую ступень 7.1, скорость движения плода увеличивается, ввиду наклоненной под более острым углом второй секции 7.2 желоба. По достижении плодом петлевидного поглотителя 9 и взаимодействия с ним, скорость его движения снижается за счёт потерь энергии на трение и деформацию, а также преодоление подъёма, образованного деформацией

упруго-эластичного элемента. Уменьшить повреждения, вызванные перемещением продукта по наклонной поверхности, возможно с помощью эластичного материала, закрепленного на дне жёлоба 7 (на рисунке не представлен). После преодоления первого деформируемого поглотителя 9 плод продолжает движение ко второму 9, его скорость при этом увеличивается. Взаимодействуя с ним, скорость плода снижается, позволяя максимально успокоить сходящий поток перед выгрузкой на дно кузова транспортного средства 10. По мере наполнения кузова транспортного средства 10 разгрузочный жёлоб 7 может быть поднят в верхнее, транспортное положение при этом выгрузка корнеклубнеплодов продолжится за счёт наличия промежутка от края подвижного пола 5 до внутренней части жёлоба 7 для свободной выгрузки продукции [7].

Выгрузное устройство корнеклубнеуборочной машины позволяет предотвратить повреждение продукции путём гашения скорости и снижения высоты падения сходящего вороха за счёт применения разгрузочного жёлоба, снабженного механизмом подъёма-опускания, выполненного из двух разнонаклоненных плоских секций, на внутренней поверхности которых, поперёк жёлоба, закреплены упруго деформируемые элементы в виде петлевидных поглотителей. Для более эффективного сдерживания верхнего слоя сходящей продукции следует дополнить устройство прижимным полотном, установленным на оси в продольном направлении, удельная нагрузка которого в выгрузной части разгрузочного жёлоба позволяет максимально успокоить сходящий поток перед выгрузкой на дно кузова транспортного средства. Параметры петлевидных рессор и удельная нагрузка прижимного полотна определяются исходя из убираемой культуры [7].

Для проверки результатов теоретических исследований по определению рациональных параметров выгрузного устройства картофелеуборочной машины и решения других задач, стоящих перед

нами, предусмотрено проведение полевых исследований базовой модели картофелеуборочного комбайна и его усовершенствованного варианта, оснащенного выгрузным устройством для бережной выгрузки свежееубранной продукции.

Программа полевых исследований включала в себя следующие положения:

1. Хозяйственные испытания базового картофелеуборочного комбайна и усовершенствованного опытно-экспериментального образца, оснащенного выгрузным устройством.

2. Исследование процесса погрузки картофеля в самосвальный кузов транспортного средства.

3. Определение скорости перемещения плодов при выгрузке из накопительного бункера базового комбайна и его усовершенствованного опытно-экспериментального варианта с выгрузным устройством;

4. Определение продолжительности выгрузки картофеля у базовой модели комбайна и опытно-экспериментального образца;

5. Зависимость уровня повреждений продукции при выгрузке со скоростью движения подвижного пола накопительного бункера у базовой модели комбайна и опытно-экспериментального образца;

6. Сравнительный анализ отобранных проб картофеля, погруженных в кузов самосвального транспортного средства.

Исследования проводились в период массовой (август-сентябрь) уборки на полях фермерского хозяйства «Данко» Луховицкого района, Московской области в 2018 – 2019 годах.

Определение условий испытаний проводилось согласно методике ГОСТ 20915-2011 «Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний». Пахотный горизонт поля имел низкую засоренность камнями. Механический состав: средний и легкий,

аллювиальные засоленные почвы. Сорт картофеля «Лаперла», ультраранний, урожайность до 400 ц/га.

Полевые исследования повреждаемости культуры картофеля сорта Лаперла, распространенного в регионах с наиболее теплым климатом, проводились, в том числе, для изучения устойчивости сорта к механическим повреждениям в конкретных почвенно-климатических условиях.

Условия испытаний были типичными для зоны: температура воздуха 15-21<sup>°C</sup> (2018 г.) и 19-24<sup>°C</sup> (2019 г.), влажность почвы 21 % (2018 г.) и 16 % (2019 г.), плотность почвы 1,21-1,33 г/см<sup>3</sup> (2018 г.) и 1,11-1,16 г/см<sup>3</sup> (2019 г.). Засоренность вороха, поступающего в самосвальный кузов изменялась в интервале: от 3,9 до 8,2 %; влажность почвенных примесей от 14,6 до 25,8%. При более высокой влажности почвы проходимость уборочной техники ухудшалась и процесс уборки приостанавливался.

Уборка осуществлялась поочередно с нескольких полей. Такой способ уборки облегчал проведение эксперимента, так как засоренность вороха и влажность почвенных примесей незначительно изменялись на протяжении всего цикла уборки с каждого поля.

Испытания и оценка повреждаемости продукции проводились согласно методики ГОСТ Р 54781-2011 «Машины для уборки картофеля. Методы испытаний», ОСТ 10-8.5-87 и методики, разработанной автором. ОСТ 10 8.5-87 Испытания сельскохозяйственной техники. Машины для уборки и послеуборочной обработки картофеля. Программа и методы испытаний

Стандартная методика определения повреждений клубней ОСТ 10-8.5-87 не требует специальных устройств. Для ее использования применялось дополнительное оборудование:

тара для хранения тестируемых на повреждение клубней картофеля;  
почвенный термометр;

обычный термометр; секундомер для определения времени движения комбайна или картофелекопателя;

рулетка для измерения пути, пройденным комбайном;

режущий инструмент (нож) для разрезания клубней после хранения на ломтики толщиной по 3-5 мм;

весы технические (электронные), с точностью до 0,1г;

измерительный инструмент;

линейка для замера глубины потемнения мякоти клубня образовавшегося при хранении от наличия внутренних повреждений;

штангенциркуль для измерения размерно-массовой характеристики клубня.

Во время полевых испытаний сравнивалась работа комбайна с экспериментальным устройством и без него. Выгрузка продукции из накопительного бункера комбайна с использованием выгрузного устройства производилась при заполнении бункера на 50% от максимальной вместимости, в соответствии с технологией уборки, применяемой фермерским хозяйством для рационального заполнения курсирующих транспортных средств. Линейная скорость подвижного пола накопительного бункера варьировалась в пределах 0,14-0,25 м/с с целью определения оптимальных значений по минимизации повреждений выгружаемой продукции.

Показатели качества работы сопоставлялись с агротехническими требованиями на двухрядный прицепной картофелеуборочный комбайн, утвержденными Ассоциацией испытателей сельскохозяйственной техники и технологий и требованиями международной системы машин №16.10.

Опыты проводились следующим образом. После заполнения продукцией накопительного бункера производилась традиционная для подобных моделей комбайнов остановка уборочной машины и подъем бункера в верхнее положение. Под выгрузным окном размещается

транспортное средство, механизатор приводит в движение гидромотор выгрузного устройства, переводя ручку управления гидронавеской трактора в положение «подачи», разгрузочный желоб опускается в кузов, на дне которого размещены контрольные ящики для точечного отбора проб на разных участках поверхности донной части кузова.

Подвижный пол направляет продукцию в выгрузное окно, из которого клубни попадают в разгрузочный желоб и равномерно перемещаются на дно кузова. После заполнения ящиков механизатор по нашей команде приостанавливал процесс выгрузки продукции.



1 – накопительный бункер; 2 – шкив; 3 – гидромотор; 4 – вал; 5 – подвижный пол; 6 – мягкий трос; 7 – разгрузочный желоб.

Рисунок 2 - Опытно-экспериментальный образец двухрядного картофелеуборочного комбайна AVR Колнаг Spirit 6200 с выгрузным устройством



Рисунок 3 - Процесс выгрузки клубней картофеля в кузов транспортного средства

Для исследования физико-механических свойств картофеля из вороха отбирались точечные пробы массой 50 кг, на которых проводили все наблюдения. В процессе исследований определяли размеры клубней, их массу, вид и уровень повреждений. Для установления абсолютно неповрежденных клубней массу и количество клубней с потемнениями, обнаруженными при резке партии неповрежденных клубней, отнимали из этой партии и прибавляли к поврежденным клубням, полученным в день отбора проб. В итоге при обработке данных подсчитывали процент повреждений по количеству и по массе от общей массы клубней в пробе. Так, для получения показателя степени повреждения клубней делали перерасчет количества случаев различных видов повреждений на условное количество клубней (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты сравнительных испытаний базовой модели картофелеуборочного комбайна AVR Колнаг Spirit 6200 и его усовершенствованного опытно-экспериментального варианта с выгрузным устройством

Наименование данных		Значения	
Марка машины, год выпуска		Двухрядный картофелеуборочный комбайн AVR Spirit 6200, 2013	
		Серийная модель	Усовершенствованный вариант с выгрузным устройством
Повреждено клубней на перепаде из бункера в транспортное средство, %		3,5	2,1
Число повреждений на перепаде из бункера в транспортное средство на 100 клубней, шт.	содрана кожица на 1/4-1/2 поверхности	0,72	0,89
	то же более чем на 1/2 поверхности	0,38	0,22
	трещины длиной более 20 мм	1,56	0,72
	раздавленные клубни	0,56	0,22
	потемнения мякоти глубиной более 5 мм	0,28	0,05
Скорость движения клубнеплодов в свободном падении, м/с		64,6	28
Скорость перемещения клубней по твердой наклонной поверхности, м/с		-	1,05
Высота падения клубней на дно кузова транспортного средства, м		1,62	0,45
Время выгрузки клубней из бункера, с		45	73
Масса картофеля в бункере, кг		3000-3300	
Производительность в час основного времени, га/ч		0,8	0,78

По данным таблицы 1 уровень повреждений клубней картофеля при использовании предложенного опытно-экспериментального варианта выгрузного устройства картофелеуборочной машины снижается по сравнению с базовой моделью комбайна AVR Колнаг Spirit 6200.

В ходе полевых исследований опытно-экспериментального картофелеуборочного комбайна с выгрузным устройством было установлено, что уровень повреждений клубней картофеля при использовании разработанного опытно-экспериментального варианта выгрузного устройства картофелеуборочной машины составляет 2,1 %, что в сравнении с базовой моделью комбайна ниже.

Низкий уровень повреждений продукции при использовании выгрузного устройства картофелеуборочной машины достигался за счет снижения скорости и высоты падения сходящего вороха до минимальных значений, обеспечивающих бестравматичную выгрузку клубней в транспортное средство. Полученные результаты полевых исследований экспериментального выгрузного устройства подтвердили результаты ранее проведенных теоретических расчетов и лабораторных исследований, в том числе высокую эффективность разработанного устройства по сравнению с серийным аналогом.

### Литература

1. Колошеин, Д.В. Снижение потерь картофеля и энергопотребления системы вентиляции картофелехранилища совершенствованием воздуховода / Д.В. Колошеин // Дис. канд. техн. наук. Рязань, 2017. -132 с.
2. Бoryчев, С.Н. Машинные технологии уборки картофеля с использованием усовершенствованных копателей, копателей-погрузчиков и комбайнов: автореф. дис. д-ра техн. наук /С.Н. Бoryчев; РГСХА. - Рязань, 2008.
3. Колошеин, Д.В. Разработка устройства и обоснование параметров усовершенствованного воздуховода картофелехранилища /Д.В. Колошеин//Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. -2017. -№ 3. -С. 123-127.
4. К вопросу о хранении картофеля с помощью усовершенствованного воздуховода /Бoryчев С. Н., Макаров В. А., Мурог И. А. и [др.] //Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. -2018. - № 1. -С. 71-74.
5. Эффективность внедрения усовершенствованной энергосберегающей технологии хранения картофеля /С.Н. Бoryчев, Н.В. Бышов, Д.В. Колошеин и [др.] //Сельский механизатор. -2016. -№ 11. -С. 16-17.
6. Бoryчев С.Н., Колошеин Д.В., Маслова Л.А., Винникова Л.Б. Технология послеуборочной доработки и хранения картофеля // В сборнике: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России Материалы: Национальной научно-практической конференции. 2019. -С. 79-84.

7. Патент №192445, RU, МПК А01D 17/00 9. Выгрузное устройство картофелеуборочного комбайна/ Бышов Н.В., Борычев С.Н., Липин В.Д. и др. опубл. 17. 09. 2019.

8. Выгрузное устройство картофелеуборочного комбайна: свидетельство № 192445 Рос. Федерация. № 2019114323; заявл. 07. 05. 2019; опубл. 17. 09. 2019, Бюл. №26. 5 с.

9. Патент № 2245011, RU, М.кл.2 А 01 D 33/08 Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей/Борычев С.Н., Рембалович Г.К., Успенский И.А. - Опубл. 12.05.2003.

10. Бойко, А.И. Успенский, С.Н. Борычев Интерактивный выбор рациональной технологии уборки картофеля // В сборнике: Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы Материалы 65-й международной научно-практич. конф. 20-21 мая 2014г. (часть II) -Рязань, РГАТУ, 2014.-С.141-142.

11. Взаимосвязь характеристик повреждаемости клубней с параметрами технического состояния сельскохозяйственной техники в процессе производства картофеля / Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.А. Юхин и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №10(074). С. 596 – 606. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0428, IDA [article ID]: 0741110053. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/10/pdf/53.pdf>, 0,688 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346.

12. Костенко, М.Ю. Анализ способов определения повреждений картофеля./М.Ю. Костенко, А.Н. Шапошников//Сб. науч. тр. аспирантов, соискателей и сотрудников РГСХА. -Рязань, 2001. -с. 348-350.

13. Борычев, С.Н. Машинные технологии уборки картофеля с использованием усовершенствованных копателей, копателей-погрузчиков и комбайнов / С.Н. Борычев // Дис. докт. техн. наук. Рязань, 2008. – 414с.

14. Борычев С.Н., Колошеин Д.В., Маслова Л.А., Нижальская А.Д. Современное картофелеводство России // В сборнике Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России Материалы Национальной научно-практической конференции. Рязань, 2019. – С. 84-90.

## References

1. Koloshein, D.V. Snizhenie poter' kartofelya i energopotrebleniya sistemy ventilyacii kartofelekhranilishcha sovershenstvovaniem vozduhovoda / D.V. Koloshein //Dis. kand. tekhn. nauk. Ryazan', 2017. -132 s.

2. Borychev, S.N. Mashinnye tekhnologii uborki kartofelya s ispol'zovaniem usovershenstvovannykh kopatelej, kopatelej-pogruzchikov i kombajnov: avtoref. dis. d-ra tekhn. nauk /S.N. Borychev; RGSKHA. - Ryazan', 2008.

3. Koloshein, D.V. Razrabotka ustrojstva i obosnovanie parametrov usovershenstvovannogo vozduhovoda kartofelekhranilishcha /D.V. Koloshein//Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P. A. Kostycheva. -2017. -№ 3. -S. 123-127.

4. K voprosu o hranenii kartofelya s pomoshch'yu usovershenstvovannogo vozduhovoda / Borychev S. N., Makarov V. A., Murog I. A. i [dr.] //Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P. A. Kostycheva. -2018. -№ 1. -S. 71-74.

5. Effektivnost' vnedreniya usovershenstvovannoj energosberegayushchej tekhnologii hraneniya kartofelya /S.N. Borychev, N.V. Byshov, D.V. Koloshein i [dr.] //Sel'skij mekhanizator. -2016. -№ 11. -S. 16-17.

6. Borychev S.N., Koloshein D.V., Maslova L.A., Vinnikova L.B. Tekhnologiya posleuborochnoj dorabotki i hraneniya kartofelya // V sbornike: Prioritetnye napravleniya nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossii Materialy: Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2019. -S. 79-84.

7. Patent №192445, RU, MPK A01D 17/00 9. Vyguznoe ustrojstvo kartofeleuborochnogo kombajna/ Byshov N.V., Borychev S.N., Lipin V.D. i dr. opubl. 17. 09. 2019.

8. Vyguznoe ustrojstvo kartofeleuborochnogo kombajna: svidetel'stvo № 192445 Ros. Federaciya. № 2019114323; zayavl. 07. 05. 2019; opubl. 17. 09. 2019, Byul. №26. 5 s.

9. Patent № 2245011, RU, M.kl.2 A 01 D 33/08 Ustrojstvo dlya otdeleniya korneklubneplodov ot primesej/Borychev S.N., Rembalovich G.K., Uspenskij I.A. -Opubl. 12.05.2003.

10. Bojko, A.I. Uspenskij, S.N. Borychev Interaktivnyj vybor racional'noj tekhnologii uborki kartofelya // V sbornike: Nauchnoe soprovozhdenie innovacionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: teoriya, praktika, perspektivy Materialy 65-j mezhdunarodnoj nauchno-praktich. konf. 20-21 maya 2014g. (chast' II) -Ryazan', RGATU, 2014.-S.141-142.

11. Vzaimosvyaz' harakteristik povrezhdaemosti klubnej s parametrami tekhnicheskogo sostoyaniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki v processe proizvodstva kartofelya / G.K. Rembalovich, I.A. Uspenskij, G.D. Kokorev, I.A. YUhin i dr. // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Elektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2011. – №10(074). S. 596 – 606. – SHifr Informregistra: 0421100012\0428, IDA [article ID]: 0741110053. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2011/10/pdf/53.pdf>, 0,688 u.p.l., impakt-faktor RINC=0,346.

12. Kostenko, M.YU. Analiz sposobov opredeleniya povrezhdenij kartofelya./M.YU. Kostenko, A.N. SHaposhnikov//Sb. nauch. tr. aspirantov, soiskatelej i sotrudnikov RGSKHA. -Ryazan', 2001. -s. 348-350.

13. Borychev, S.N. Mashinnye tekhnologii uborki kartofelya s ispol'zovaniem usovershenstvovannyh kopatelej, kopatelej-pogruzchikov i kombajnov / S.N. Borychev // Dis. dokt. tekhn. nauk. Ryazan', 2008. – 414s.

14. Borychev S.N., Koloshein D.V., Maslova L.A., Nizhal'skaya A.D. Sovremennoe kartofelevodstvo Rossii // V sbornike Prioritetnye napravleniya nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossii Materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii. Ryazan', 2019. – S. 84-90.