

УДК 631.356.46

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

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫДЕЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА ККС-1М**

Крыгин Станислав Евгеньевич  
магистр  
РИНЦ SPIN-код: 4343-2058  
E-mail: [stanislav-krygin@yandex.ru](mailto:stanislav-krygin@yandex.ru)

Крыгина Евгения Евгеньевна  
магистр  
E-mail: [zhenyak@yandex.ru](mailto:zhenyak@yandex.ru)  
*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ) 390044, Россия, г. Рязань, ул. Костычева, дом 1*

Картофель возделывается во всех частях света. В 2019 году Российская Федерация по производству картофеля занимает третье место. В рязанской области благоприятные природно-климатические условия для производства картофеля. Рост производства картофеля сдерживается недостаточным обеспечением мелких и средних хозяйств уборочной техникой и хранилищами. Для работы на небольших площадях и в сложных условиях востребованы простые машины: картофелекопатели и однорядные картофелеуборочные комбайны. На опытном поле агротехнологической станции Рязанского государственного агротехнологического университета по интенсивной технологии возделывается картофель сорта «Гала». В сентябре 2019 года проводилось исследование влияния растительных остатков на показатели качества выполнения технологического процесса однорядным картофелеуборочным комбайном ККС-1М с комбинированным ботвоудаляющим устройством. Ботвоудаляющее устройство состоит из ботвонаправляющих пальцев, ботвоотрывного валика и противочной пальчатой горки. В основу исследований положены типовые и частные методики испытаний. Комбайн испытывался на темно-серых лесных почвах тяжелого суглинистого состава, влажностью 19...21%. Для испытаний были подготовлены участки: с неубранной ботвой, с предварительно удаленной ботводробителем БД-4 ботвой, с убранной ботвой вручную. В ходе исследований определялось изменение направленности стеблей картофельной ботвы во время движения вороха по рабочим органам картофелеуборочного комбайна.

UDC 631.356.46

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

**THE STUDY OF PLANT PARTS EXTRACTING BY THE WORKING BODIES OF THE KKS-1M POTATO HARVESTER**

Krygin Stanislav Evgenyevich  
Master's Degree Student  
RSCI SPIN-code: 4343-2058  
E-mail: [stanislav-krygin@yandex.ru](mailto:stanislav-krygin@yandex.ru)

Krygina Evgenia Evgenyevna  
Master's Degree Student  
E-mail: [zhenyak@yandex.ru](mailto:zhenyak@yandex.ru)  
*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev" (FSBEI HE RSATU) 390044, Russia, Ryazan, Kostychev Str., 1*

Potatoes are cultivated in all parts of the world. In 2019, the Russian Federation ranked third in potato production. Ryazan region has favorable climatic conditions for potato growing. The growth in potato production is constrained by the insufficient provision of small and medium-sized farms with harvesting equipment and storage facilities. For working in small areas and in difficult conditions, simple machines are in demand: potato diggers and single-row potato harvesters. "Gala" variety potatoes are grown using intensive technology in the experimental field of the agrotechnological station of Ryazan State Agrotechnological University. In September 2019, there was a study of the effect of plant parts on the performance indicators of the technological process with a single-row KKS-1M potato harvester with a combined plant-top-removing device. The device consists of top-directing fingers, a top-removing roller and a counter-current finger-type separator. The studies are based on standard and private test methods. The harvester was tested on dark gray forest soils of heavy loamy composition, with a moisture content of 19-21%. Plots were prepared for testing: one with uncleaned tops, one with tops previously removed by BD-4 haulm shredder and one with manually removed tops. In the course of research, a change in the direction of potato stems during the movement of the heap along the working bodies of the potato harvester was determined. It was found that the stems change their direction from transverse to longitudinal. It was established that a combined PLANT-TOP-REMOVING device removes from 75.8% to 88.2% of plant impurities entering the harvester. Studies confirmed the efficiency of KKS-1M combine when harvesting potatoes. According to

Выяснено, что стебли изменяют свою направленность из поперечного на продольное. Установлено, что комбинированное ботвоудаляющее устройство выделяет от 75,8% до 88,2% растительных примесей поступающих комбайн. Проведенные исследования подтвердили работоспособность комбайна ККС-1М на уборке картофеля. По обобщенным результатам потери клубней составили 1,5...4,7%, повреждения 1,7...4,39%, а чистота клубней в бункере 70,3...84,7%. Исследованиями подтверждено, что на показатели качества работы картофелеуборочного комбайна существенно влияет технология проведения уборочных работ. В тяжелых условиях может быть рекомендовано предуборочное рыхление междурядий, а ботводробитель настроен на высоту среза не менее 150...180 мм.

Ключевые слова: КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫЙ КОМБАЙН, КАРТОФЕЛЬНАЯ БОТВА, КЛУБЕНЬ, БОТВОУДАЛЯЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО, ПОТЕРИ КЛУБНЕЙ, ПОВРЕЖДЕНИЯ КЛУБНЕЙ

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-158-017>

the generalized results, the loss of tubers was 1.5-4.7%, their damage was 1.7-4.39% and the purity of the tubers in the bunker was 70.3-84.7%. Studies confirmed that the harvesting technology significantly affects the performance of a potato harvester. In severe conditions, pre-harvesting row-spacing loosening can be recommended and the haulm shredder is set to a cutting height of at least 150-180 mm

Keywords: POTATO HARVESTER, POTATO TOPS, TUBER, PLANT-TOP-REMOVING DEVICE, TUBER LOSS, TUBER DAMAGE

Картофель по своей народнохозяйственной значимости занимает одно из лидирующих мест наряду с зерновыми культурами. С давних пор он известен как ценнейший продукт питания человека и как одна из полевых культур, выращиваемых на технические и кормовые цели [4,7]. Объем производства картофеля в мире в последние годы вырос более чем в 1,4 раза, и в 2019 году составил 394 264 751 тонн картофеля. Самым крупным производителем стал Китай, на его долю приходилось 26,3% от общего объема[9]. Российская Федерация занимает после Индии 3-е место с валовым сбором 31 500 000 тонн, что более чем в 3 раза меньше Китая. При этом уровень самообеспеченности составляет 99,9%.

В Российской Федерации лидерами по посевным площадям являются Брянская, Тульская, Нижегородская, Свердловская и Московская области.[11] По предварительным данным в Рязанской области в 2019 году посадочные площади картофеля составили около 4724 га, было собрано свыше 138 тыс. тонн клубней.[24]

Дальнейшее увеличение производства сдерживается рядом причин, в том числе недостаточное обеспечение предприятий картофелеуборочными машинами, картофелехранилищами. Мелкие и средние производители картофеля нуждаются в простых уборочных машинах: картофелекопателях и однорядных комбайнах. Высокая энерго- и трудоемкость уборки связана с недостаточным уровнем механизации [11] и «невозможностью создания универсальной конструкции комбайна, удовлетворяющую многообразию условий выращивания картофеля».[22] Картофелеуборочным комбайнам часто приходится работать в сложных условиях (на участках с сорняками, полегшей ботвой, плохо обработанной почвой) и даже на легких почвах не обеспечивается хорошее качество уборки[7,24]. В зависимости от технологии возделывания на уборку, транспортировку, послеуборочную доработку и хранение приходится 58...68% затрат труда, 35...38% затрат топлива[25].

Сложной научно-технической задачей при механизированной уборке картофеля является не допущение попадания растительных примесей и ботвы в бункер картофелеуборочного комбайна[12]. В конструкциях современных картофелеуборочных комбайнов можно выделить рабочие органы двух типов: удаляющие картофельную ботву до подкапывания пласта и выделяющие ботву и растительные примеси из клубненосного вороха после подкапывания пласта до или после основной сепарации почвы[1,2,4,5,13,14,16].

Рабочие органы первого типа осуществляют предварительное удаление картофельной ботвы механическим способом. Это устройства – ботводробители, совмещенные с уборочными машинами посредством переднего агрегатирования. Такие ботводробители применялись на комбайнах «АВР-Моро» (Франция), «Юко» (Финляндия). В настоящее время такое решение широко применяется на самоходных комбайнах DEWULF KWATRO, PLOEGER (AR 3(4)BX AR 3(4, 6) W), GRIMME

VARITRON 270(470), AVR PUMA 3 и ряде других[4,14,17,21]. К преимуществам такой компоновки картофелеуборочных комбайнов, следует отнести выгрузку растительной массы в сторону убранных поля - это значительно снижает количество растительной массы поступающей на сепарирующие рабочие органы.

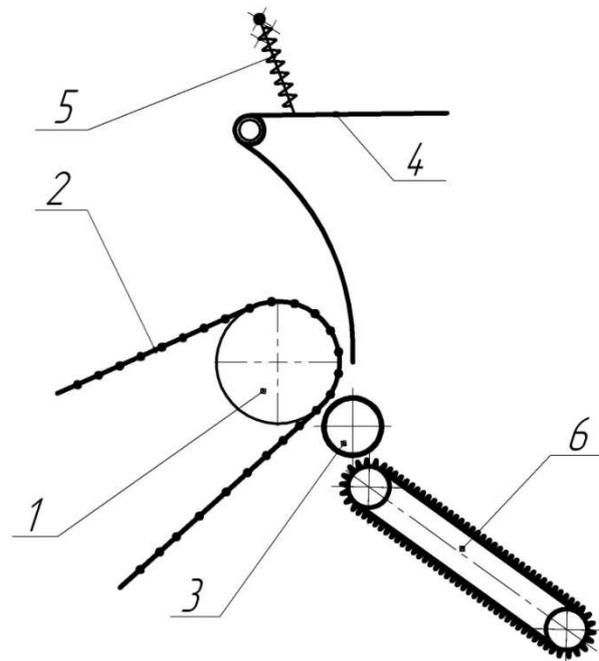
К рабочим органам второго типа следует отнести ботвоудаляющие устройства работающие на основе разделения компонентов вороха в зависимости от различия их физико-механических и размерных характеристик.[1,2,3,16,22]

Выделение из вороха ботвы и растительных примесей по одному признаку не обеспечивает требуемой полноты. В картофелеуборочных комбайнах применяется несколько видов рабочих органов или их комбинация[6,12,16].

В однорядном картофелеуборочном комбайне ККС-1М[18] используется комбинированное ботвоудаляющее устройство (рис. 1). На основе различия размерных характеристик ботвоулавливающие пальцы 4 совместно с ботвоотрывным валиком 3 выделяют из вороха длинные стебли ботвы и растительные остатки, а короткие растительные включения на основе различия коэффициентов трения выделяются на противоточной пальчатой горке 6.

В работах теоретически обоснованы параметры элементов комбинированного ботвоудаляющего устройства: расстояние между ботвоулавливающими пальцами, диаметр и положение ботвоотрывного валика, длина и угол наклона пальчиковой горки, кинематические параметры [4,5,9,12,19]. В ходе теоретических исследований для комбинированного ботвоудаляющего устройства комбайна ККС-1М были определены диаметр ботвоотрывного валика 100 мм, длина рабочей поверхности валика 620 мм, угловая скорость  $5,32 \text{ с}^{-1}$ . У пальчатой горки

полотно имеет ширину 670 мм, длину 500 мм, скорость 1,18 м/с. Угол наклона регулируется в пределах 40...65°.



1 - ведущий вал элеватора; 2 – элеватор; 3 – ботвоотрывной валик;  
4 – пальцы ботвонаправляющие; 5 - пружина; 6 – противоточная пальчатая горка

Рисунок 1 – Комбинированное ботвоудаляющее устройство однорядного картофелеуборочного комбайна ККС-1М

Опираясь на работы по исследованию размерных характеристик клубней картофеля, почвенных комков, стеблей ботвы и растительных остатков после различных способов предварительного удаления ботвы[1,3], рабочий просвет в устройстве между ботвонаправляющими пальцами изменяем в пределах 100 ... 130 мм.

Цель исследований явилось определение полноты выделения растительных остатков комбинированным ботвоудаляющим устройством в картофелеуборочном комбайне.

Объектом наших исследований являлся технологический процесс выделения картофельной ботвы и растительных остатков на рабочих органах картофелеуборочного комбайна ККС-1М.

Задачами исследований стало опытное определение влияния на показатели качества выполнения технологического процесса картофелеуборочным комбайном количество, расположение, размерные характеристики картофельной ботвы и растительных остатков.

### **Методика исследований**

Исследования проводились на поле опытной агротехнологической станции «Стенькино» учебно-научного инновационного центра «Агротехнопарк» ФГБОУ ВО РГАТУ в сентябре 2019 года в процессе полевых испытаний однорядного картофелеуборочного комбайна ККС-1М в агрегате с трактором TERRION АТМ-3180 на картофеле сорта «Гала». Картофель возделывался по интенсивной технологии с применением междурядных культиваторов с пассивными рабочими органами. В ходе испытаний были определены характеристика культуры и характеристика убираемого участка в соответствии с ГОСТ Р 54781-2011 «Машины для уборки картофеля. Методы испытаний».

Условия проведения исследований: температура воздуха 18...20°C, влажность почвы 19...21%, твердость 0,26 ... 1,20 МПа. Тип почвы – темно-серая лесная, по механическому составу - тяжелый суглинок.

Стандартную агротехническую оценку культуры картофеля производили в полевых условиях, а так же собирался ворох, состоящий из стеблей ботвы и клубней, размерно-массовые и прочностные характеристики которых определялись в лабораторных условиях.

В работе [4] отмечалось, что на полноту отделения растительных примесей [15,20] сильное влияние оказывает направленность [19] - различное положение стеблей относительно направления движения вороха по технологической цепочке картофелеуборочной машины. С.Н.

Борычевым была предложена методика исследования изменения направленности стеблей ботвы по ходу технологического процесса (на рабочих органах) картофелеуборочных машин, так как наибольший интерес вызывает направленность стеблей в момент их попадания на исследуемое ботвоудаляющее устройство.

Для проведения исследований на поле были выделены и специально подготовленные учетные делянки:

- делянки с неубранной ботвой;
- делянки с предварительно убранной ботвой ботводробителем БД-4 на высоте 10...15 см;
- делянки, на которых ботва и растительные остатки удалялись вручную срезом на уровне почвы без нарушения структуры почвы в картофельных гребнях;
- делянки, на которых ботва и растительные остатки удалялись вручную выдергиванием (тереблением), при этом структура почвы в гребнях нарушалась, а часть клубней оказывалась на поверхности.

Опыты проводились в четырехкратной повторности следующим образом.

Предварительно, на учетной делянке с оставленной ботвой определяли направленность стеблей (рис. 2) с использованием специальной рамки, закрепляли на них бирку с номером. Комбайн начинал работать на делянке. При подходе первого куста с биркой к ботвоудаляющему устройству комбайн останавливали, отключали привод ВОМ и производили определение направленности стеблей ботвы по ходу технологического процесса. Кратковременно включали ВОМ продвигая массу со следующим кустом к ботвоудаляющему устройству. Когда на элеваторе не оставалось вороха, комбайн начинал движение по делянке. Процесс повторялся, пока последний куст с биркой не оказывался у ботвонаправляющих пальцев ботвоудаляющего устройства, производили

последние замеры направленности стеблей на первой делянке. На остальных учетных делянках действовали аналогично.



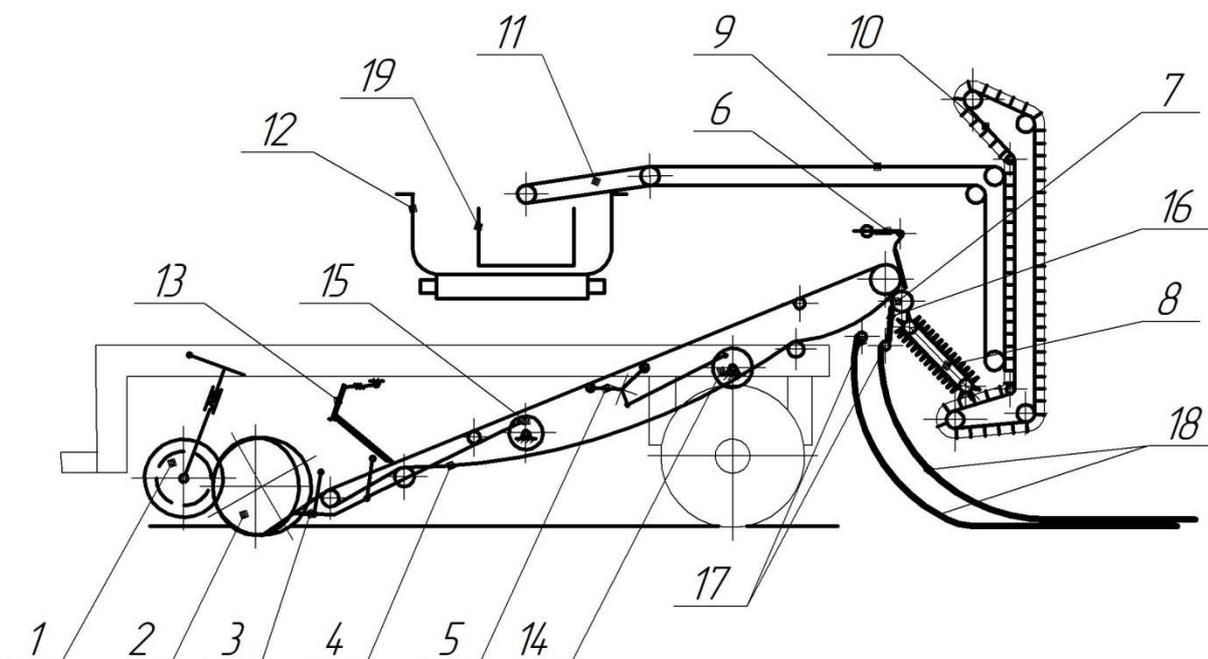
Рисунок 2 – Определение направленности картофельной ботвы на учетной делянке

По данной методике опыты проводились на учетной делянке с предварительно убранной ботвой ботводробителем БД-4.

Следующим этапом исследований явилось определение количества растительных остатков на рабочих органах картофелеуборочного комбайна.

Для отмечания начала и конца учетных делянок без растительных остатков на поверхность грядков укладывали пенопластовые круги диаметром 60 мм. Картофелеуборочный комбайн ККС-1М (рис. 3) был оборудован приспособлением для взятия проб. Оно состоит из разделительного щитка 16, двух осей 17, на которых накручиваются пологи 18 из полиэтиленовой пленки. Приспособление с разделительным щитком 16 позволяет отдельно брать пробы растительных остатков выделенных ботвонаправляющими пальцами 6 совместно с ботвоотрывным валиком 7 и растительные остатки, выделенные противоточной пальчатой горкой 8. При начале движения по учетной делянке концы пологов закреплялись и на них поступал ворох выделенный ботвоудаляющим устройством: растительные остатки, клубни и почвенные комки. Вторым местом взятия проб являлся бункер, где был установлен

ящик 19 для сбора массы поступающей с транспортера загрузки. Начало и конец взятия проб определялся по движению белого пенопластового круга через соответствующие рабочие органы комбайна. Для обеспечения чистоты эксперимента переборщики не корректировали процесс на переборочном столе (рис. 4). Затем пробы сортировались и взвешивались.



1 — копирующий каток; 2 — блоки выкапывающих боковых дисков; 3 — выкапывающий лемех; 4 — основной элеватор; 5 — механизм встряхивания элеватора; 6 — ботвоулавливающие пальцы; 7 — ботвоотрывной валик; 8 — противоточная пальчатая горка; 9 — переборочный стол; 10 — подъемный транспортер; 11 — транспортер загрузки бункера; 12 — бункер; 13 — пальчатый ворошитель; 14 — звездочка с эксцентриковым механизмом; 15 — эксцентриковый вал; 16 — разделительный щиток; 17 — ось; 18 — пленка полиэтиленовая; 19 — ящик

Рисунок 3 – Принципиальная схема картофелеуборочного комбайна ККС-1М



Рисунок 4 – Полевые исследования картофелеуборочного комбайна ККС-1М

Влияние растительных остатков на показатели качества выполнения технологического процесса картофелеуборочным комбайном ККС-1М определялось по стандартной методике. Комбайн проходил по специально подготовленным учетным делянкам. На них определялись потери клубней, в том числе вынесенные с растительными остатками, а по пробе в ящике, установленном в бункере, определялась чистота клубней и повреждения. Внутренние повреждения определялись согласно методике[22].

#### **Результаты исследований и их обсуждение**

По средним значениям результатов подсчета количества стеблей лежащих в разных секторах, установлено, что в процессе перемещения стеблей ботвы по элеватору картофелеуборочного комбайна изменяется их

ориентация оси грядки. Если на поле в поперечных секторах находится 61...75% стеблей(рис. 5 а, б а), то на поверхности элеватора уже 47...61% (рис. 5 б и б б).

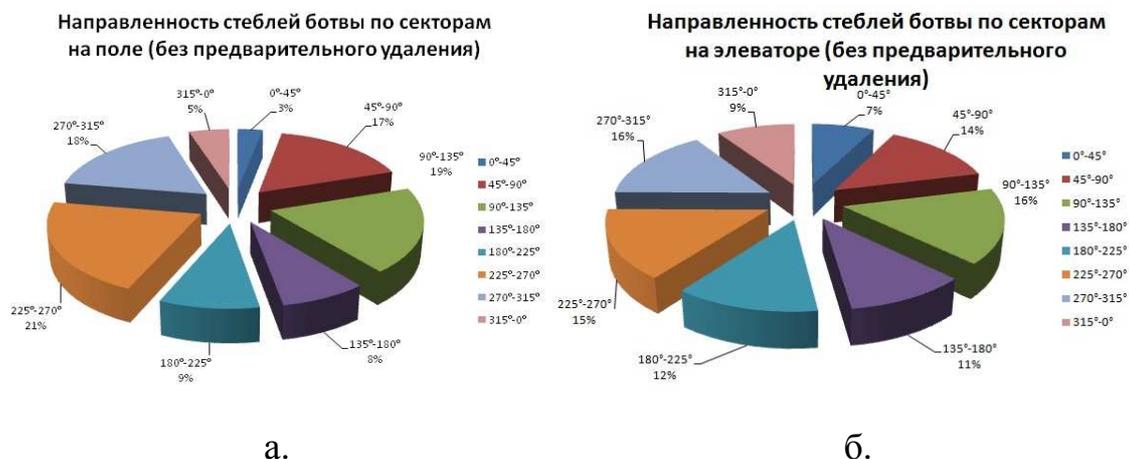


Рисунок 5 - Направленность стеблей ботвы на поле без предварительного удаления ботвы (а) и элеваторе (б) картофелеуборочного комбайна ККС-1М

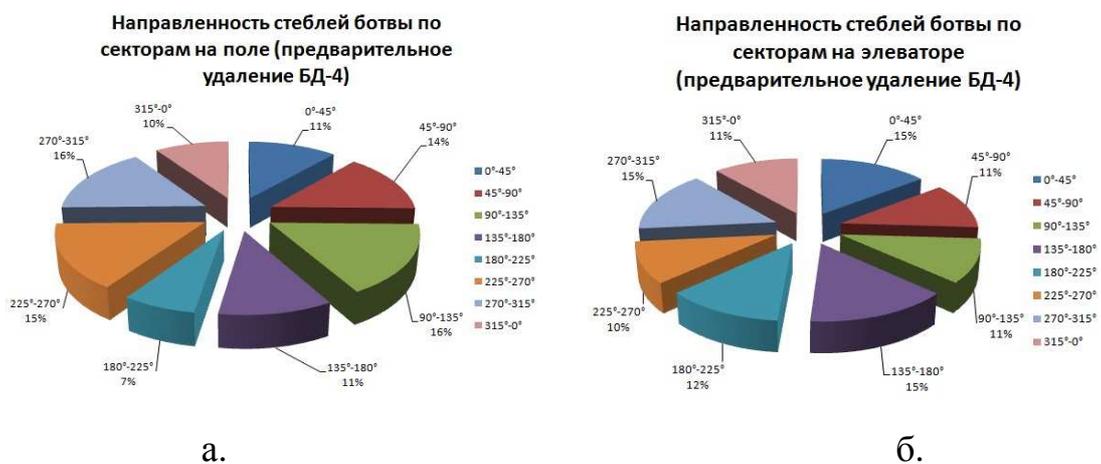


Рисунок 6 - Направленность стеблей ботвы на поле с предварительным удалением ботвы (а) ботводробителем БД-4 и элеваторе картофелеуборочного комбайна (б)

После смыкания рядков для обеспечения лучшего освещения стебли на поле в основном располагаются в поперечных направлениях. Ботводробитель БД-4 движется вдоль гряд картофеля и дробя стебли своими ножами изменяет направленность срезаемых стеблей. Полеглые

стебли в междурядьях воздействию ножей ротора не подвергаются и их направленность остается неизменной. В конструкции картофелеуборочного комбайна ККС-1М имеется пальчатый ворошитель 13 (рис. 3) воздействующий на верхний слой клубненосного пласта переносимого основным элеватором 4. Взаимодействуя с ворохом, пальцы ворошителя изменяют направленность стеблей по ходу движения элеватора.

Взвешиванием определялось количество растительных остатков на рабочих органах комбайна при уборке картофеля на полянках с неубранной ботвой и полянках с предварительно убранной ботводробителем БД-4. Результаты представлены на рисунке 7.

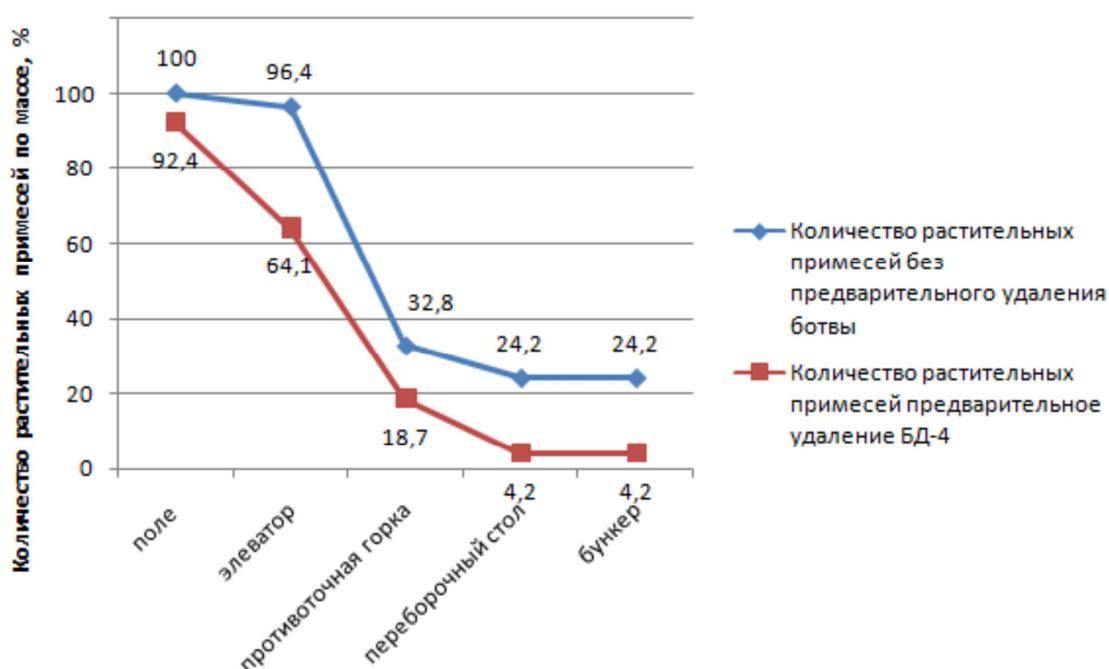


Рисунок 7 – Количество растительных примесей на поле и рабочих органах картофелеуборочного комбайна (по массе) в зависимости от предварительного удаления ботвы (без переборщиков)

Ботводробитель БД-4 не имеет бункера, и вся измельченная масса попадает обратно на грядки, только часть может быть отнесена ветром в сторону убранного поля, поэтому масса растительных остатков на полянке

изменяется незначительно, но изменяются размеры частиц ботвы, что согласуется с ранее полученными результатами.[1,3] На элеватор поступает практически вся растительная масса с грядки, кроме находящихся в междурядье и стеблей разрезанных блоками выкапывающих боковых дисков 2 (рис. 3). Мелкие растительные остатки просеиваются в зазоры между прутками основного элеватора, а крупные задерживаются ботвоулавливающими пальцами. На этих рабочих органах выделяется 67,2...73,7% растительных примесей. Противоточная пальчатая горка хорошо справляется с мелкими растительными примесями, однако при работе на полях с неубранной ботвой, зеленой ботвой наблюдается закручивание массы в ком и скатывание с горки в подъемный транспортер (рис. 8).



а.

б.

Рисунок 8 – Работа ботвоудаляющего устройства картофелеуборочного комбайна ККС-1М (а – вид со стороны противоточной пальчатой горки; б – вид со стороны основного элеватора)

В результате агротехнической оценки работы картофелеуборочного комбайна ККС-1М на учетных полях были определены усредненные показатели качества работы (табл. 1).

Таблица 1 - Результаты полевых испытаний однорядного комбайна ККС-1М на уборке картофеля

Наименование показателей		Значения показателей при испытаниях			
Сорт картофеля		Гала	Гала	Гала	Гала
Состояние ботвы (наличие растительных остатков на учетной делянке)		Нескошена (есть)	Скошена (есть)	Срезана (есть)	Выдернута (нет)
Рабочая скорость, км/ч		3,15	3,36	3,48	3,52
Глубина хода лемеха, см		18,0	18,0	18,0	18,0
Количество персонала на переборке, чел.		2	2	2	2
Фактический урожай, ц/га		256,4	256,1	255,6	255,8
Чистота клубней в таре, %	клубни	70,3	80,7	78,2	84,7
	почва в комках	22,8	18,2	18,0	15,3
	камни	-	-	-	-
	растительные примеси	6,9	1,1	3,8	-
Качество выполнения технологического процесса, %	собрано в тару	95,3	97,8	97,3	98,5
	оставлено на поверхности	3,8	1,4	1,0	0,8
	оставлено в почве	0,9	0,8	1,6	0,7
	всего потерь	4,7	2,2	2,7	1,5
Повреждения клубней по массе, %		4,39	2,2	2,03	1,7
Количество повреждений, приходящихся на 100 клубней, шт., в том числе					
содрана кожица на ¼-½ поверхности		0,94	0,9	0,8	0,8
содрана кожица более ½ поверхности		0,61	-	-	-
вырывы мякоти глубиной более 5 мм		0,68	0,45	0,32	-
трещины длиной более 20 мм		0,56	0,4	0,51	0,3
раздавленные клубни		1,1	0,15	-	0,1
резанные клубни		0,3	0,2	0,3	0,4
потемнение мякоти глубиной более 5 мм		0,2	-	0,1	0,1

Во время испытаний на переборочном столе было задействовано два переборщика, но и они не всегда справлялись с поступающей массой. На участках с частично или полностью удаленной картофельной ботвой комбайн имеет большую рабочую скорость.

Неубранная ботва значительно затрудняет работу основного элеватора по просеиванию почвы, затруднена и работа ботвоудаляющего устройства, в результате в бункере 22,8 % почвенных комков и 6,9% растительных остатков. Основные потери клубней (3,8%) связаны с выносом их вместе с растительной массой. Общие повреждения клубней

составляют 4,39%. Наблюдается раздавливание клубней, вырыв мякоти и обдир кожуры.

На участках с предварительно удаленной ботвой ботводробителем БД-4 и полностью убранными вручную растительными остатками чистота клубней в бункере соответствовала агротехническим требованиям - 80,7% и 84,7% соответственно. Потери составили 2,2% и 1,5%, а повреждения 2,2% и 1,7% соответственно.

На учетных делянках, где растительные остатки были срезаны на уровне почвы, связь клубней с корневой системой не была нарушена, без наличия длинных стеблей ботвонаправляющие пальцы и ботвоотрывной валик не справлялся со своей функцией, 3,8% растительных примесей попадало в бункер. Переборщики, на переборочном столе, при этом вынуждены не отбрасывать примеси, а отрывать клубни от столонов, на что расходуется больше времени.

Ручная уборка (теребление) ботвы способствовала повышению сепарации почвы, снижению потерь и повреждений. При ручном тереблении ботвы, часть клубней извлекается на поверхность грядки и без почвенной прослойки контактирует копирующим катком 1, о чем свидетельствуют раздавленные и ободранные клубни (рис. 3). Блоки выкапывающих дисков 2 разрезают клубни, попавшие в междурядья.

### **Выводы**

При перемещении клубненосного пласта по основному элеватору картофелеуборочного комбайна часть стеблей ботвы меняют свою направленность с поперечной на продольную. Ботвонаправляющие пальцы выделяют длинные стебли и расположенные поперек направления движения. Для картофелеуборочных машин с несколькими элеваторами, значительной длиной технологического процесса предпочтительными являются ботвоудаляющие устройства с поперечным расположением рабочих элементов - редкопрутковые транспортеры.

Комбинированное ботвоудаляющее устройство картофелеуборочного комбайна ККС-1М выделяет от 75,8% до 88,2% поступающих растительных примесей.

В ходе исследований установлено, что наличие ботвы и растительных остатков оказывает большое влияние на показатели качества выполнения технологического процесса картофелеуборочным комбайном ККС-1М. Для предварительного удаления картофельной ботвы может быть рекомендован ботводробитель БД-4 настроенный на высоту среза не менее 150...180 мм, но предпочтение следует отдавать машинам собирающим массу в бункера или осуществляющим погрузку в транспортное средство. Слишком низкий срез растительных остатков приводит к затруднению работы ботвоудаляющего устройства картофелеуборочного комбайна.

Проведенные исследования подтвердили работоспособность комбайна ККС-1М на уборке картофеля. По обобщенным результатам потери клубней составили 1,5...4,7%, повреждения 1,7...4,39%, а чистота клубней в бункере 70,3...84,7%. На показатели качества работы картофелеуборочного комбайна большое влияние оказывает соблюдение технологии уборочных работ. На тяжелых почвах можно рекомендовать предуборочное рыхление или применение машин с активными рабочими органами.

#### Список литературы

1. Борычев, С. Н. Некоторые физико-механические свойства культуры картофеля, определяющие работу ботвоудаляющих устройств [Текст] /С.Н. Борычев, Н.В. Бышов, И. А. Успенский. // Энергоресурсосбережение в механизации сельского хозяйства: Сборник научных трудов - Самара, 2000. - С. 124-126.
2. Борычев, С.Н. Анализ способа ботвоудаления по размерам [Текст] / С.Н. Борычев // Современные энерго- и ресурсосберегающие системы сельскохозяйственного производства: Сборник научных трудов. Выпуск 4. Часть 2. – Рязань : РГСХА, 2000 . - С. 40-42.
3. Борычев, С.Н. Исследование размерных характеристик растительных остатков после механической уборки картофельной ботвы [Текст]/ С.Н. Борычев, С.Е. Крыгин, В.М. Передвенцев, И.А. Успенский // В сб.: Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. Сб. научн. трудов.- Рязань, 1999.- С. 38-40.
4. Борычев, С.Н. Машинные технологии уборки картофеля с использованием

усовершенствованных копателей, копателей-погрузчиков и комбайнов [Текст] / С.Н. Борычев. Дис. ...докт. техн. наук.– Рязань, 2008. - 413 с.

5. Бышов, Н.В., Принципы и методы расчета и проектирования рабочих органов картофелеуборочных комбайнов. Учебное пособие[Текст]/Н.В. Бышов, А.А. Сорокин, И.А. Успенский, С.Н. Борычев, К.Н. Дрожжин. - Рязань, 2005. - 128 с.

6. Бышов, Н.В. Современный взгляд на производство картофеля [Электронный документ] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, А.А. Семдянкин, А.С. Колотов, С.В. Колупаев, И.Н. Кирюшин, И.А. Успенский, А.В. Шемякин, И.А. Юхин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2017. - № 128(04). Режим доступа свободный: URL: <http://ej.kubagro.ru/2017/04/pdf/08.pdf>

7. Верещагин, Н.И. Уборка картофеля в сложных условиях [Текст]/ Н.И. Верещагин, К.А. Пшеченков, В.С. Герасимов. - М.: Колос, 1983. – 208 с.

8. Динамика производства картофеля в мире в 1961-2019 гг. Топ-15 стран-производителей. [Электронный документ] Сайт: Картофельный Союз. - Режим доступа свободный. URL: <https://www.welikepotato.ru/news/1902201> (дата обращения: 25.10.2019).

9. Завора, В.А. Теоретические предпосылки к расчету основных параметров и режимов работы продольной горки картофелеуборочных комбайнов [Текст] / В.А. Завора, И.М. Зорин. – Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - №6 (26). – 2006. – С.18-21.

10. Итоги года – 2019: Рынок картофеля [Электронный документ] АГРОВЕСТНИК. Режим доступа свободный: URL: <https://agrovesti.net/lib/industries/potatoes/itogi-goda-2019-гупок-kartofelya.html> (дата обращения: 20.03.2020)

11. Колотов, А.С. Лабораторно-полевые испытания экспериментального копателя с модернизированным подкапывающим рабочим органом [Электронный документ] / А.С. Колотов, И.А. Успенский, И.А. Юхин, И.Н. Кирюшин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2015. - № 107(03). - Режим доступа свободный: <http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/30.pdf>

12. Колупаев, С.В. Повышение надежности и долговечности ботвоудаляющих устройств при клубнещадящей работе машин на уборке картофеля[Электронный документ] / С.В. Колупаев, М.Ю. Костенко, Г.Д. Кокорев, И.А.Успенский, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Н.И. Верещагин, К.А. Пшеченков// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2016. - №119(05). - Режим доступа свободный: URL: <http://ej.kubagro.ru/2016/05/pdf/61.pdf>

13. Колчин, Н.Н. Специальная техника для производства картофеля в хозяйствах малых форм [Текст] / Н.Н. Колчин, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, Г.К. Рембалович // Тракторы и сельхозмашины. - 2012. - № 5. - С. 48-55.

14. Колчин, Н.Н. Техника для уборки и доработки картофеля: иностранная техника[Текст] / Н.Н. Колчин, П.Е. Орлов // Тракторы и сельхозмашины. – 1989. - №5. - С. 55-58.

15. Крыгин С.Е. Исследование комбинированного ботвоудаляющего рабочего органа картофелекопателя-погрузчика [Текст] / С.Е. Крыгин, В.В. Коченов // В сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции. - Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ, 2019. - С. 218-223.

16. Крыгин, С.Е. Анализ конструкций ботвоудаляющих устройств картофелеуборочных машин [Текст] / С.Е. Крыгин, М.В. Орешкина //В

сб.: Современная наука глазами молодых ученых: достижения, проблемы, перспективы. Материалы межвузовской научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства РФ; Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева». – Рязань, 2014. - С. 66-71.

17. Крыгин, С.Е. Использование самоходных картофелеуборочных комбайнов на полях Рязанской области [Текст] / С.Е. Крыгин, Р.В. Метёлкин // В сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: Материалы национальной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань, 2016. - С. 107-109.

18. Крыгин, С.Е. Разработка принципиальной схемы однорядного комбайна для уборки картофеля [Текст] / С.Е. Крыгин, Д.В. Макеев, М.Б. Угланов. - Агротехника и энергообеспечение. - 2014. - № 1 (1). - С. 34-40.

19. Крыгин, С.Е. Теоретическое определение геометрической вероятности выделения растительных компонентов ботвоудаляющими рабочими органами картофелеуборочных машин [Текст] / С.Е. Крыгин // В сб.: Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства. Материалы Международной научно-практической конференции (Международные Бочкаревские чтения), посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. - Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019. - С. 113-118.

20. Крыгин, С.Е. Результаты испытаний однорядного картофелеуборочного комбайна ККС-1 [Текст] / С.Е. Крыгин, Е.Е. Крыгина // В сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции. - Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ, 2019. - С. 212-218.

21. Крыгина, Е.Е. Технологии уборки картофеля и современные технические средства уборки [Текст] / Е.Е. Крыгина, С.Е. Крыгин // В сб.: Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса Материалы Национальной научно-практической конференции.- Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ, 2017. - С. 101-105.

22. Кузьмин, А.В. Проблемы совершенствования картофелеуборочных машин [Текст] / А.В. Кузьмин, В.С. Болохоев, В.Л. Цыбиков. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. - №1(63). – С.67-71.

23. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области: сайт/ Правительство Рязанской области. – Рязань, 2013. -Режим доступа свободный: URL: <https://www.ryazagro.ru/spheres/otrasli/zemledelie-i-rasteniievodstvo> (дата обращения: 25.10.2019)

24. Орешкина, М.В. Картофелекопатель для уборки картофеля на тяжелых почвах [Текст] / М.В. Орешкина, С.Е. Крыгин, Е.Е. Крыгина, И.А. Паршин // В сб.: Актуальные вопросы развития органического сельского хозяйства: сборник материалов международной научно-практической конференции (16 октября 2018 года) – Смоленск: ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2018. – С.591 – 595.

25. Старовойтов, В.И. Современные технологии возделывания картофеля: состояние, перспективы развития [Текст] / В.И. Старовойтов // В сб.: Картофелеводство в регионах России: Актуальные проблемы науки и практики. ВНИИКХ РЦСК. Отв. за вып. Б.В. Анисимов, Г.И. Филиппова. – М.: 2006. – С. 48-58.

### References

1. Borychev, S. N. Nekotorye fiziko-mekhanicheskie svojstva kul'tury kartofelya, opredelyayushchie rabotu botvoudalyayushchih ustrojstv [Tekst] /S.N. Borychev, N.V. Byshov, I. A. Uspenskij. // Energoresursosberezhenie v mekhanizacii sel'skogo hozyajstva: Sbornik nauchnyh trudov - Samara, 2000. - S. 124-126.
2. Borychev, S.N. Analiz sposoba botvoudaleniya po razmeram [Tekst] / S.N. Borychev // Sovremennye energo- i resursosberegayushchie sistemy sel'skohozyajstvennogo proizvodstva: Sbornik nauchnyh trudov. Vypusk 4. CHast' 2. – Ryazan' : RGSKHA, 2000 . - S. 40-42.
3. Borychev, S.N. Issledovanie razmernyh harakteristik rastitel'nyh ostatkov posle mekhanicheskoy uborki kartofel'noj botvy [Tekst]/ S.N. Borychev, S.E. Krygin, V.M. Peredvencev, I.A. Uspenskij // V sb.: Sovremennye energo- i resursosberegayushchie, ekologicheski ustojchivye tekhnologii i sistemy sel'skohozyajstvennogo proizvodstva. Sb. nauchn. trudov.- Ryazan', 1999.- S. 38-40.
4. Borychev, S.N. Mashinnye tekhnologii uborki kartofelya s ispol'zovaniem usovershenstvovannyh kopatelej, kopatelej-pogruzchikov i kombajnov [Tekst] / S.N. Borychev. Dis. ...dokt. tekhn. nauk.– Ryazan', 2008. - 413 s.
5. Byshov, N.V., Principy i metody rascheta i proektirovaniya rabochih organov kartofeleuborochnyh kombajnov. Uchebnoe posobie [Tekst]/N.V. Byshov, A.A. Sorokin, I.A. Uspenskij, S.N. Borychev, K.N. Drozhzhin. - Ryazan', 2005. - 128 s.
6. Byshov, N.V. Sovremennyy vzglyad na proizvodstvo kartofelya [Elektronnyj dokument] / N.V. Byshov, S.N. Borychev, A.A. Semdyankin, A.S. Kolotov, S.V. Kolupaev, I.N. Kiryushin, I.A. Uspenskij, A.V. SHemyakin, I.A. YUhin // Politematicheskij setевой elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2017. - № 128(04). - Rezhim dostupa svobodnyj: URL: <http://ej.kubagro.ru/2017/04/pdf/08.pdf>
7. Vereshchagin, N.I. Uborka kartofelya v slozhnyh usloviyah [Tekst]/ N.I. Vereshchagin, K.A. Pshechenkov, V.S. Gerasimov. - Moskva: Kolos, 1983. – 208 s.
8. Dinamika proizvodstva kartofelya v mire v 1961-2019 gg. Top-15 stran-proizvoditelej. [Elektronnyj dokument] Sajt: Kartofel'nyj Soyuz. - Rezhim dostupa svobodnyj: URL: <https://www.welikepotato.ru/news/1902201> (data obrashcheniya: 25.10.2019).
9. Zavora, V.A. Teoreticheskie predposylki k raschetu osnovnyh parametrov i rezhimov raboty prodol'noj gorki kartofeleuborochnyh kombajnov [Tekst] / V.A. Zavora, I.M. Zorin. – Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - №6 (26). – 2006. – S.18-21.
10. Itogi goda – 2019: Rynok kartofelya [Elektronnyj dokument] AGROVESTNIK. Rezhim dostupa svobodnyj: URL: <https://agrovesti.net/lib/industries/potatoes/itogi-goda-2019-rynok-kartofelya.html> (data obrashcheniya: 20.03.2020)
11. Kolotov, A.S. Laboratorno-polevye ispytaniya eksperimental'nogo kopatelya s modernizirovannym podkapyvayushchim rabochim organom [Elektronnyj dokument] / A.S. Kolotov, I.A. Uspenskij, I.A. YUhin, I.N. Kiryushin // Politematicheskij setевой elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2015. - № 107(03). - Rezhim dostupa svobodnyj: <http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/30.pdf>
12. Kolupaev, S.V. Povyshenie nadezhnosti i dolgovechnosti botvoudalyayushchih ustrojstv pri klubneshchadyashchej rabote mashin na uborke kartofelya [Elektronnyj dokument] / S.V. Kolupaev, M.YU. Kostenko, G.D. Kokorev, I.A. Uspenskij, N.V. Byshov, S.N. Borychev, N.I. Vereshchagin, K.A. Pshechenkov// Politematicheskij setевой elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2016. - №119(05). - Rezhim dostupa svobodnyj: URL: <http://ej.kubagro.ru/2016/05/pdf/61.pdf>

13. Kolchin, N.N. Special'naya tekhnika dlya proizvodstva kartofelya v hozyajstvah malyh form [Tekst] / N.N. Kolchin, N.V. Byshov, S.N. Borychev, I.A. Uspenskij, G.K. Rembalovich // Traktory i sel'hozmashiny. - 2012. - № 5. - S. 48-55.

14. Kolchin, N.N. Tekhnika dlya uborki i dorabotki kartofelya: inostrannaya tekhnika [Tekst] / N.N. Kolchin, P.E. Orlov // Traktory i sel'hozmashiny. - 1989. - №5. - S. 55-58.

15. Krygin S.E. Issledovanie kombinirovannogo botvoudalyayushchego rabocheho organa kartofelekopatelya-pogruzchika [Tekst] / S.E. Krygin, V.V. Kochenov // V sb.: Prioritetnye napravleniya nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossii: Materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii. - Ryazan', FGBOU VO RGATU, 2019. - S. 218-223.

16. Krygin, S.E. Analiz konstrukcij botvoudalyayushchih ustrojstv kartofeleuborochnyh mashin [Tekst] / S.E. Krygin, M.V. Oreshkina // V sb.: Sovremennaya nauka glazami molodyh uchenyh: dostizheniya, problemy, perspektivy. Materialy mezhvuzovskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Ministerstvo sel'skogo hozyajstva RF; Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya «Ryazanskij gosudarstvennyj agrotekhnologicheskij universitet im. P.A. Kostycheva». - Ryazan', 2014. - S. 66-71.

17. Krygin, S.E. Ispol'zovanie samohodnyh kartofeleuborochnyh kombajnov na polyah Ryazanskoj oblasti [Tekst] / S.E. Krygin, R.V. Metyolkin // V sb.: Innovacionnoe razvitie sovremennogo agropromyshlennogo kompleksa Rossii: Materialy nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii. Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii; Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Ryazanskij gosudarstvennyj agrotekhnologicheskij universitet imeni P.A. Kostycheva». - Ryazan', 2016. - S. 107-109.

18. Krygin, S.E. Razrabotka principial'noj skhemy odnoryadnogo kombajna dlya uborki kartofelya [Tekst] / S.E. Krygin, D.V. Makeev, M.B. Uglanov. - Agrotekhnika i energoobespechenie. - 2014. - № 1 (1). - S. 34-40.

19. Krygin, S.E. Teoreticheskoe opredelenie geometricheskoy veroyatnosti vydeleniya rastitel'nyh komponentov botvoudalyayushchimi rabochimi organami kartofeleuborochnyh mashin [Tekst] / S.E. Krygin // V sb.: Kompleksnyj podhod k nauchno-tekhnicheskomu obespecheniyu sel'skogo hozyajstva. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (Mezhdunarodnye Bochkarevskie chteniya), posvyashchennoj pamyati chlenakorrespondenta RASKHN i NANKR, akademika MAEP i RAVN Bochkareva YA.V. - Ryazan': Izdatel'stvo Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta, 2019. - S. 113-118.

20. Krygin, S.E. Rezul'taty ispytaniy odnoryadnogo kartofeleuborochnogo kombajna KKS-1 [Tekst] / S.E. Krygin, E.E. Krygina // V sb.: Prioritetnye napravleniya nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossii: Materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii. - Ryazan', FGBOU VO RGATU, 2019. - S. 212-218.

21. Krygina, E.E. Tekhnologii uborki kartofelya i sovremennye tekhnicheskie sredstva uborki [Tekst] / E.E. Krygina, S.E. Krygin // V sb.: Sovershenstvovanie sistemy podgotovki i dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya kadrov dlya agropromyshlennogo kompleksa Materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii. - Ryazan', FGBOU VO RGATU, 2017. - S. 101-105.

22. Kuz'min, A.V. Problemy sovershenstvovaniya kartofeleuborochnyh mashin [Tekst] / A.V. Kuz'min, V.S. Bolohoev, V.L. Cybikov. // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2010. - №1(63). - S.67-71.

23. Ministerstvo sel'skogo hozyajstva i prodovol'stviya Ryazanskoj oblasti: sajt/ Pravitel'stvo Ryazanskoj oblasti. - Ryazan', 2013. -Rezhim dostupa svobodnyj: URL:

<https://www.ryazagro.ru/spheres/otrasli/zemledelie-i-rasteniievodstvo> (data obrashcheniya: 25.10.2019)

24. Oreshkina, M.V. Kartofelekopatel' dlya uborki kartofelya na tyzhelyh pochvah [Tekst]/ M.V. Oreshkina, S.E. Krygin, E.E. Krygina, I.A. Parshin//V sb.: Aktual'nye voprosy razvitiya organicheskogo sel'skogo hozyajstva: sbornik materialov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (16 oktyabrya 2018 goda) – Smolensk: FGBOU VO Smolenskaya GSKHA, 2018. – S.591 – 595.

25. Starovojtov, V.I. Sovremennye tekhnologii vzdelyvaniya kartofelya: sostoyanie, perspektivy razvitiya [Tekst]/ V.I. Starovojtov //V sb.: Kartofelevodstvo v regionah Rossii: Aktual'nye problemy nauki i praktiki. VNIKKH RCHK. Otv. za vyp. B.V. Anisimov, G.I. Filippova. – M.: 2006. – S. 48-58.