

7. Фисинин В.И. Мировое и российское птицеводство: реалии и вызовы будущего. М.: Хлебпродинформ. 2019. 470 с.

8. Y.X. Yang, Y.G. Kim, S. Heo, S.J. Ohh and B.J. Effects of Processing Method on Performance and Nutrient Digestibility in Growing-finishing Pigs Fed Lupine Seeds Asian-Aust. J. Anim. Sci. Vol. 20, No. 8: p.1229-1235 August 2007.

Contribution

Zverev S.V., Stavtsev A.E., Tsigutkin A.S., Aldoshin N.V., Alipichev A.Yu. carried out the experimental work, on the basis of the results summarized the material and wrote the manuscript. Zverev S.V., Stavtsev A.E., Tsigutkin A.S., Aldoshin N.V., Alipichev A.Yu. have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The paper was received on March 1, 2019

Published 22.08.2019

9. Перов А. Измельчитель-шелушитель зерна для малых сельхозпредприятий // Комбикорма. 2016. № 2. С. 47-48.

10. Зверев С.В., Ставцев А.Э., Цыгуткин А.С. Белый люпин: обрушение и термообработка. М.: ООО «Достижения науки и техники АПК», 2019. 126 с.

Критерии авторства

Зверев С.В., Ставцев А.Э., Цыгуткин А.С., Алдошин Н.В., Алипичев А.Ю. выполнили экспериментальную работу, на основании полученных результатов провели обобщение и написали рукопись. Зверев С.В., Ставцев А.Э., Цыгуткин А.С., Алдошин Н.В., Алипичев А.Ю. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила 01.03.2019

Опубликована 22.08.2019

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АПК / FARM MACHINERY AND TECHNOLOGIES

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

УДК: 62-251:631.348:633.49

DOI: 10.34677/1728-7936-2019-4-23-28

ПАРАМЕТРЫ И РЕЖИМЫ РАБОТЫ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДЕКАПИТАЦИИ КАРТОФЕЛЯ

БИЦОВЕВ БОРИС АНАТОЛЬЕВИЧ

E-mail: bicoev_boris@mail.ru

ЛЕВШИН АЛЕКСАНДР ГРИГОРЬЕВИЧ, докт. техн. наук, профессор

E-mail: alev200151@rambler.ru

ЩИГОЛЕВ СЕРГЕЙ ВИКТОРОВИЧ

E-mail: sergeysch127@mail.ru

ГАСПАРЯН ИРИНА НИКОЛАЕВНА, докт. с.-х. наук, доцент

E-mail: irina150170@yandex.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Российская Федерация

Получение экологически чистой картофельной продукции без дополнительного применения агрохимикатов позволяет осуществлять технологический приём обезглавливания, что стимулирует потенциал растения и способствует увеличению листовой поверхности. Суть обезглавливания заключается в удалении апикальной части стеблей, что провоцирует развитие боковых побегов. Картофель имеет как вертикальные, так и отклоненные стебли, перед обрезкой верхнюю часть следует довести до режущего аппарата, а поскольку стебли растения легко травмируемые, то этот подвод должен быть очень деликатным. В связи с этим предлагается обратить внимание на возможность подъема стеблей картофеля на нож режущей машины при обезглавливании с помощью всасывающего воздушного потока, что позволяет выполнять операцию с минимальным трением растения о поверхность без повреждения стеблей и листьев. Обоснована методика определения параметров пневматической системы подъема стеблей картофеля. Установлено, что для обеспечения подъема стеблей с перепадом высот побегов 0,10...0,15 м при обезглавливании картофеля используют устройство, диаметр устья всасывающей трубы которого составляет 0,35 м, скорость воздуха – 10...15 м/с соответственно.

Ключевые слова: картофель, устройство для удаления верхушек, безнапорный срез, режущая кромка, скорость агрегата.

Формат цитирования: Бицоев Б.А., Левшин А.Г., Щиголов С.В., Гаспарян И.Н. Параметры и режимы работы пневматической системы устройства для декапитации картофеля // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2019. N 4(92). С. 23-28. DOI: 10.34677/1728-7936-2019-4-23-28.

PARAMETERS AND OPERATING MODES OF THE PNEUMATIC SYSTEM OF A POTATO DECAPITATION DEVICE

BORIS A. BITSOYEV

E-mail: bicoev_boris@mail.ru

ALEKSANDR G. LEVSHIN, DSc (Eng), Professor

E-mail: alev200151@rambler.ru

SERGEY V. SHCHIGOLEV

E-mail: sergeysch127@mail.ru

IRINA N. GASPARYAN, DsC (Eng), Professor

E-mail: irina150170@yandex.ru

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; Timiryazevskaya Str., 49, Moscow, 127550, Russian Federation

Obtaining environmentally friendly potato products without additional application of agrochemicals is possible on condition that a technological method of decapitation is used. This stimulates the crop viability and helps to increase the leaf surface. The process of decapitation consists in removing the apical part of stems, which spurs the development of lateral shoots. Potato has both upright and deflected stems, therefore, the upper part should be brought to the cutting unit before decapitation, and since the stems can be easily injured, this operation needs to be very delicate. In this regard, the authors suggest paying attention to a possibility of lifting the potato stems to the cutting unit knife during decapitation, making use of suction air flow. This approach allows to perform the operation with minimal friction between a plant and the surface without injuring its stems and leaves. The authors provide grounds for a method of determining the parameters of a pneumatic system of lifting potato stems. It has been found that to ensure stem lifting with a shoot height difference of 0.10...0.15 m during potato decapitation, use can be made of a unit with a suction pipe mouth diameter of 0.35 m, and at the air velocity of 10...15 m/s, respectively.

Key words: potato, device for top-part removal, non-pressure cut, cutting edge, unit speed.

For citation: Bitsoyev B.A., Levshin A.G., Shchigolev S.V., Gasparyan I.N. Parameters and operating modes of the pneumatic system of a potato decapitation device. *Vestnik of Moscow Goryachkin Agroengineering University*. 2019; 4(92): 23-28. (In Rus). DOI: 10.34677/1728-7936-2019-4-23-28.

Введение. Обеспечение населения необходимым количеством столового картофеля высокого качества остаётся актуальным для нашей страны. Несмотря на то, что Россия является одним из лидеров по объёму его производства, уровень урожайности картофеля остаётся низким. Для получения высоких урожаев необходимо осваивать новые сорта, использовать современные, высокотехнологичные методы и приёмы возделывания, которые обеспечат не только высокую урожайность, но и получение экологически чистой продукции.

Одним из таких технологических приёмов, обеспечивающих увеличение урожайности без дополнительного внесения агрохимикатов, является декапитация. Он, за счёт снятия апикального доминирования растения и развития большой листовой поверхности, стимулирует потенциал самого растения. Суть декапитации состоит в удалении верхушечной части стеблей, в результате которого провоцируется развитие боковых побегов.

Так как картофель имеет как прямостоячие, так и отклоняющиеся стебли, то перед усечением верхней части их следует подвести к режущему аппарату, а поскольку стебли растения травянистые, сочные, легко травмируются, то этот подвод должен быть очень деликатным.

В патентной, научной и учебной литературе [1, 2] рассмотрены различные виды стеблеподъёмных устройств

пассивного и активного типа действия, предназначенные для проведения уборки различных культур. Практически все они предполагают механическое воздействие рабочих элементов на стебли растения. Однако, применительно к молодым побегам картофеля, такое воздействие вызывает повреждение стеблей и может спровоцировать развитие болезней растения. В связи с этим предлагается обратить внимание на возможность подъёма стеблей картофеля к ножу режущего аппарата при декапитации с помощью всасывающего воздушного потока, что позволяет выполнять рассматриваемую операцию с минимальным трением растения о поверхность, не повреждая стебли и листья. Такое устройство предложено использовать в устройстве для декапитации, рассмотренном в патенте РФ 156015 [3].

Цель исследования – обосновать методику определения параметров пневматической системы подъёма стеблей картофеля, используемой в устройстве для декапитации.

Материал и методы. Изучены литературные и патентные исследования стеблеподъёмных устройств. Определена скорость всасывающего воздушного потока, обеспечивающая подъём стеблей картофеля.

Результаты и обсуждение. Перемещение материалов воздушным потоком возможно, если скорость воздуха превышает критическую скорость частиц материала [4, 5, 6].

Скорость воздушного потока v_2 , создаваемого вентилятором, зависит от создаваемого им объёмного расхода воздуха и площади сечения воздушного канала. Объёмный расход воздуха определяют на основе аэродинамической характеристики, а геометрические размеры и размеры выходных каналов – по параметрам вентиляторов, указанных в характеристиках. Величину для выбранного вентилятора можно определить различными способами: расчётным путем, после замера динамического давления в выходном канале [7], и экспериментально, с использованием анемометров различных конструкций [8].

Скорость воздуха во входном канале вентилятора обычно определяют из условия неразрывности воздушного потока путем сравнения расхода на входе и на выходе по условию [9]

$$v_1 F_1 = v_2 F_2,$$

где F_1 и F_2 – площадь входного и выходного каналов вентилятора.

Поскольку картофель при прорастании имеет не один стебель, но и боковые побеги, то, для повышения степени охвата растения декапитацией, воздушный поток, всасываемый вентилятором, должен обеспечить подъём максимального количества побегов перед их срезом режущим аппаратом, т.е. его скорость в нижней точке расположения стеблей должна обеспечивать превышение критической скорости стеблей.

Известно [10], что скорость движения воздушного потока на входе во всасывающий патрубок воздушной системы неравномерна и изменяется в зависимости от удаленности как от устья канала, так и от его оси (рис. 1).

В связи с этим для определения скорости воздушного потока, создаваемого вентилятором, а также диаметра всасывающего канала, необходимо знать перепад высот расположения центральных и боковых побегов растения в период проведения декапитации, их удаленность

от устья трубы и критическую скорость воздуха, обеспечивающую подъем стеблей.

Зная перепад высот расположения центральных и боковых побегов растения, определяем высоту установки входного канала, учитывая, что скорость воздушного потока должна обеспечивать уверенный подъем побегов.

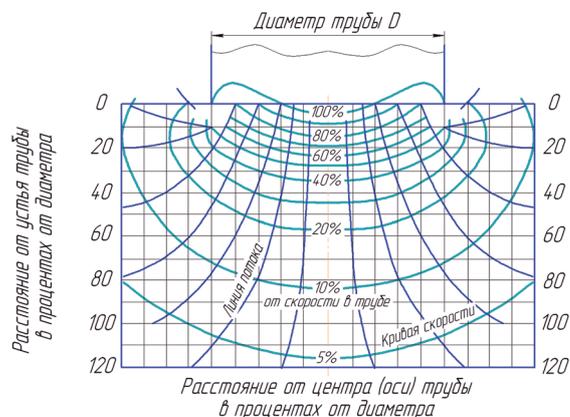


Рис. 1. График скорости воздуха в зависимости от расстояния от устья всасывающего канала

Fig. 1. Graph of the air flow velocity as a function of distance from the suction pipe mouth

Поскольку, как указывалось ранее, скорость воздуха за пределами всасывающего канала вентилятора не равна скорости внутри него и зависит от удаленности от центра канала и устья, то для определения необходимой скорости воздуха в воздушном канале предлагается использовать номограмму, представленную на рисунке 2. Построение номограммы основывается на данных распределения скорости по диаметру канала, представленных на рисунке 1.

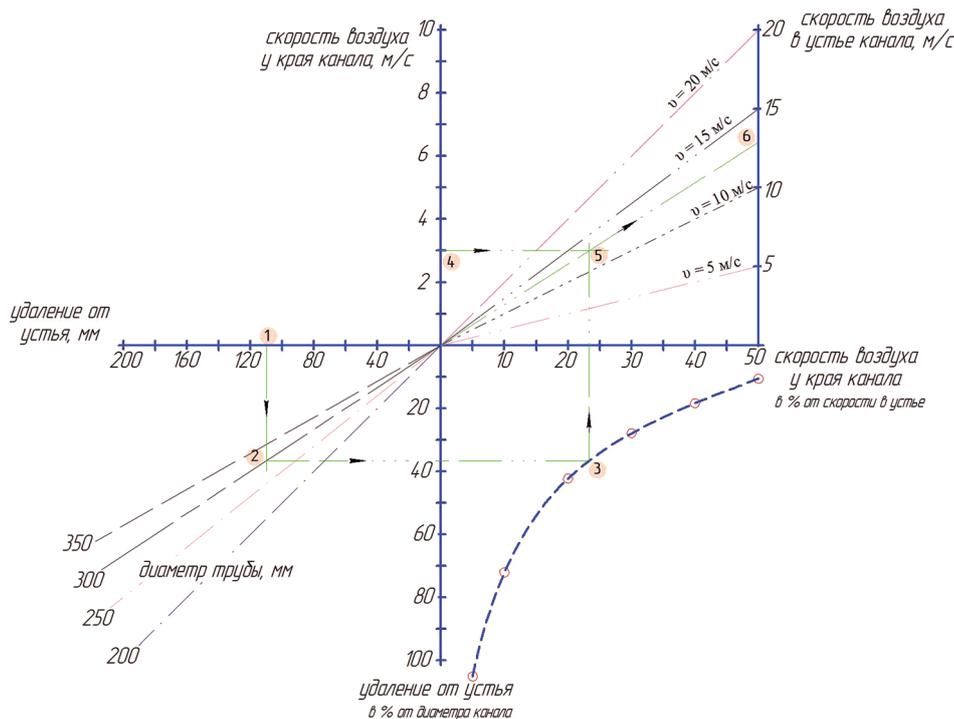


Рис. 2. Номограмма для определения скорости воздуха во всасывающем канале

Fig. 2. Nomogram to determine the air flow velocity in the suction pipe

В первом квадранте номограммы представлен график взаимосвязи скорости воздуха у края воздушного канала и в его устье. По оси абсцисс на нём отложена величина скорости воздуха на уровне крайних (боковых) точек всасывающего канала, выраженная в процентах от скорости воздуха на его оси. По левой оси ординат отложена скорость воздуха на уровне крайних точек всасывающего канала, которая должна обеспечить подъем побегов к устью (критическая скорость). По правой оси ординат отложена скорость воздуха в устье, соответствующая значениям скорости у крайних точек канала, отложенным на левой оси ординат. В поле квадранта проведены линии значений скорости воздуха в устье всасывающего канала.

В четвертом квадранте представлена кривая изменения скорости воздуха под крайними точками канала, в зависимости от удаления от устья, выраженного в процентах от диаметра канала.

В третьем квадранте указана взаимосвязь удаления от устья и диаметра канала. В поле квадранта проведены линии, позволяющие перевести удаления от устья, измеренное в миллиметрах, в удаление, выраженное в процентах от диаметра канала.

Алгоритм использования номограммы следующий. Зная перепад высот расположения побегов растения, определяем высоту установки входного канала над растением, которую откладываем на оси абсцисс третьего квадранта (точка 1).

В соответствии с размером кустов задается диаметр всасывающего канала. Из точки 1 проводим перпендикуляр к оси абсцисс до пересечения с линией, соответствующей принятому диаметру. Ордината полученной точки 2 показывает удаление побегов от устья канала, выраженное в процентах от его диаметра.

Через точку 2 проводим горизонталь до пересечения с кривой, изображенной в четвертом квадранте. Абсцисса точки 3 показывает скорость воздуха, выраженную в процентах, под крайними точками канала при полученном удалении от устья.

На оси ординат отложим скорость воздуха (точка 4), соответствующую критической скорости подъема побегов. Из полученной точки 3 восстанавливаем перпендикуляр к оси абсцисс до пересечения с горизонталью, проведенной из точки 4.

Прямая, проходящая через точку 5 и начало координат, пересекает правую ось ординат первого квадранта в точке 6, указывающей величину скорости воздуха в устье всасывающего трубопровода, необходимую для подвода к нему побегов растений, с учётом их удаления от устья при принятом диаметре канала.

Таким образом, для обеспечения возможности использования предложенной номограммы при определении потребной скорости воздушного потока во всасывающем трубопроводе необходимо знать критическую скорость воздуха, обеспечивающую подъем стеблей, перепад высот расположения побегов и диаметр трубопровода. При этом следует учитывать, что удаление побегов от канала, уменьшение диаметра всасывающего трубопровода и увеличение критической скорости воздуха требуют повышения скорости воздушного потока в устье канала.

Для определения диапазона высот расположения побегов был выполнен мониторинг растений различных сортов в период 2-4 недель после всходов (соответствует срокам предполагаемого проведения операции). При его проведении была замерена высота расположения побегов относительно средней части гребней, в которые выполнялась посадка растений. Установлено, что в указанный период высота побегов находится в пределах 25...35 см [5, 6]. Этот факт подтвердил предположение, что для гарантированного подъема побегов и отрезания их кончиков конструкцию устройства для декапитации следует выполнить секционной и для каждой из секций необходимо предусмотреть устройство динамического регулирования высоты расположения режущего аппарата и устья всасывающего трубопровода.

Определение скорости воздуха, обеспечивающей подъем побегов картофеля, предложено выполнить с помощью лабораторной установки, представленной на рисунке 3.

Установка включает в себя центробежный вентилятор, к устью всасывающего патрубка которого подведен чашечный анемометр. При выполнении эксперимента расстояние от устья до прибора можно изменять, определяя скорость воздушного потока на различном удалении от всасывающего патрубка.

Определение скорости воздуха выполняется путем включения прибора и перевода полученных данных в единицы скорости на график, изображенный на рисунке 4.



а)



б)

Рис. 3. Лабораторная установка:
а – общий вид; б – измерительный узел

Fig. 3. Laboratory installation:
a – general view; b – a measuring unit

Для определения скорости воздуха, обеспечивающей подъём побегов, растение следует медленно подвести к устью всасывающего патрубка и таким образом определить расстояние, на котором указанный процесс будет наблюдаться. Полученные данные следует соотнести с данными по изменению скорости воздуха при удалении от канала и определить тем самым искомую величину.

Благодаря использованию лабораторной установки, указанной на рисунке 7, определено изменение скорости воздуха в зависимости от удаления от всасывающего трубопровода. Полученные данные представлены в виде графической зависимости (рис. 5).

Для определения скорости подъёма побегов необходимо обеспечить подачу растений к патрубку (рис. 6).

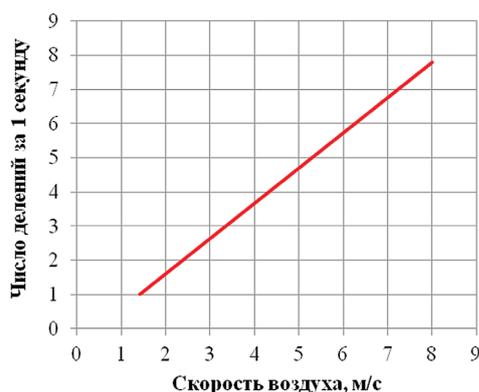


Рис. 4. График перевода показаний анемометра в единицы скорости воздушного потока

Fig. 4. Diagram for converting anemometer readings into the units of air flow velocity

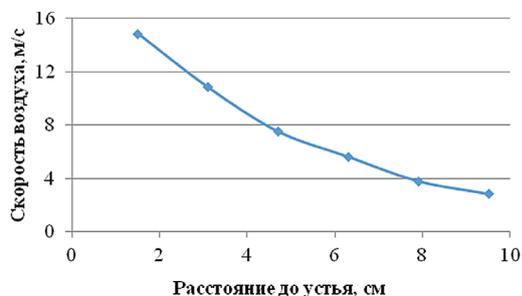


Рис. 5. График изменения скорости воздуха

Fig. 5. Graph of the air flow velocity change

Скорость воздуха, обеспечивающая подъём побегов картофеля, согласно результатам эксперимента, составила около 3 м/с.

Диаметр всасывающего трубопровода пневматической системы устройства для декапитации рассчитан на основе данных работы [11]. Она посвящена определению параметров режущего аппарата для выполнения декапитации картофеля. В выводах указано, что для обеспечения качественного бесподпорного среза побегов растений режущий диск должен иметь внешний диаметр около 0,35 м. Этот размер регламентирован тем фактом, что срез растений – при его соблюдении – будет гарантирован даже в случае отклонения рядка, вызванного изменением ширины междурядий в пределах, предусмотренных

агротехническими требованиями на посадку картофеля (допускается отклонение ширины основных междурядий от заданных значений на величину ± 4 см, а для стыковых междурядий – ± 5 см) [1, 4, 12].



Рис. 6. Определение расстояния до устья, при котором обеспечивается подъем побегов

Fig. 6. Determination of a distance to the mouth ensuring stem lifting

С учётом того, что в конструкции предлагаемого устройства для декапитации размещение режущего диска предполагается в пределах диаметра всасывающего воздуховода пневмосистемы, то диаметр последнего можно принять равным 0,35 м.

Выводы

Скорость воздуха во всасывающем трубопроводе лабораторной установки, обеспечивающей подъём побегов картофеля, составила около 3 м/с. При высоте расположения побегов 0,10...0,15 м в устье всасывающего трубопровода диаметром 0,35 м пневматической системы устройства для декапитации картофеля скорость воздуха должна составлять 10...15 м/с соответственно.

Библиографический список

1. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные машины / Н.И. Кленин, С.Н. Киселёв, А.Г. Левшин. М.: КолосС, 2008. 816 с.
2. Щиголев С.В. Выбор конструкции стеблеподъемника для прямого комбайнирования гороха // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2003. № 4. С. 107-112.
3. Устройство для декапитации картофеля: Пат. № 156015 РФ, А01 Д 34/54 / И.Н. Гаспарян, Б.А. Бицоев; заяв. 03.07.2015; опубл. 27.10.2015, Бюл. № 30.
4. Ерохин М.Н. Устройство и технические характеристики сельскохозяйственных подъемно-транспортных машин. М.: Колос, 1999. 228 с.
5. Гаспарян И.Н., Левшин А.Г. Теория и практика повышения продуктивности картофеля с использованием декапитации в Нечерноземной зоне РФ: монография. Иркутск: ООО «Мегапринт», 2017. 236 с.

6. Кутсаманова И.Н. Совершенствование приемов защиты картофеля от вирусных болезней: Автореф. дис. ... канд.б.н.: 06.01.07. Москва, 1999. 20 с.

7. Алдошин Н.В. Сельскохозяйственные машины: Практикум / Н.В. Алдошин, И.В. Горбачев, А.А. Золотов и др. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2014. 149 с.

8. www.dic.academic.ru

9. Галдин В.Д. Вентиляторы и компрессоры: Учебное пособие. Омск: Изд-во СибАДИ, 2007. 105 с.

10. Красников В.В. Подъемно-транспортные машины в сельском хозяйстве. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Колос, 1973. 464 с.

11. Бицоев Б.А., Левшин А.Г., Щиголов С.В., Гаспарян И.Н. Определение параметров режимов работы режущего аппарата устройства для декапитации картофеля // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2019. № 2 (90). С. 24-29.

12. Варнаков В.В., Дидманидзе О.Н., Левшин А.Г. Курсовое и дипломное проектирование предприятий технического сервиса: Учебное пособие. Ульяновск: Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина, 2004. С. 149.

References

1. Klenin N.I. Sel'skokhozyaystvennyye mashiny [Agricultural machinery] / N.I. Klenin, S.N. Kiselov, A.G. Levshin. Moscow, KolosS, 2008: 816.

2. Shchigolev S.V. Vybor konstruksii stblepod'yemnika dlya pryamogo kombainirovaniya gorokha [Selecting the design of a stem lifter for direct combining of peas]. *Vestnik of Moscow Goryachkin Agroengineering University*. 2003; 4: 107-112.

3. Gasparyan I.N., Bitsoyev B.A. Ustroystvo dlya dekapitatsii kartofelya [Device for potato decapitation]: Pat. № 156015 RF, A01 D34/54, 2015.

4. Yerokhin M.N. Ustroystva i tekhnicheskiye kharakteristiki sel'skokhozyaystvennykh pod'yomno-transportnykh

mashin [Devices and technical characteristics of agricultural materials-handling machines]. Moscow, Kolos, 1999: 228.

5. Gasparyan I.N., Levshin A.G. Teoriya i praktika povysheniya produktivnosti kartofelya s ispol'zovaniyem dekapitatsii v Nechernozemnoy zone RF [Theory and practice of increasing potato yield using decapitation in the Non-Chernozem zone of the Russian Federation]. Irkutsk: OOO "Megaprint", 2017: 236.

6. Kutsamanova I.N. Sovershenstvovaniye priyemov zashchity kartofelya ot virusnykh bolezney [Improving the methods of protecting potato crops from viral diseases]: Self-review of PhD (Bio) thesis: 06.01.07. Moscow, 1999: 20.

7. Aldoshin N.V. Sel'skokhozyaystvennyye mashiny: Praktikum [Agricultural machines: Practical training manual] / N.V. Aldoshin, I.V. Gorbachev, A.A. Zolotov et al. Moscow, Izd-vo RGAU-MSKHA, 2014: 149.

8. Slovarei i entsiklopedii [Dictionaries and encyclopedias]. www.dic.academic.ru (Access date 11.05.2019)

9. Galadin V.D. Ventilatory i kompressory: Uchebnoye posobiye [Fans and compressors. Study manual]. Омск: Изд-во СибАДИ, 2007: 105.

10. Krasnikov V.V. Pod'yemno-transportnyye mashiny v sel'skom khozyaystve [Materials-handling machines used in agriculture]. 2nd ed., reviewed and extended. Moscow, Kolos, 1973: 464.

11. Bitsoyev B.A., Levshin A.G., Shchigolev S.V., Gasparyan I.N. Opredeleniye parametrov rezhimov raboty rezhushchego apparata ustroystva dlya dekapitatsii kartofelya [Determining operation mode parameters of the cutting unit of a device for potato decapitation]. *Vestnik of Moscow Goryachkin Agroengineering University*. 2019; 2 (90): 24-29.

12. Varnakov V.V., Didmanidze O.N., Levshin A.G. Kursovoye i diplomnoye proyektirovaniye predpriyatiy tekhnicheskogo servisa: Uchebnoye posobiye [Course and diploma designing of technical service enterprises: Study manual]. Ul'yanovsk: Ul'yanovskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya im. P.A. Stolypina, 2004: 149.

Критерии авторства

Бицоев Б.А., Левшин А.Г., Щиголов С.В., Гаспарян И.Н. выполнили экспериментальную работу, на основании полученных результатов провели обобщение и написали рукопись. Бицоев Б.А., Левшин А.Г., Щиголов С.В., Гаспарян И.Н. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила 21.05.2019

Опубликована 22.08.2019

Contribution

Bitsoyev B.A., Levshin A.G., Shchigolev S.V., Gasparyan I.N. carried out the experimental work, on the basis of the results summarized the material and wrote the manuscript. Bitsoyev B.A., Levshin A.G., Shchigolev S.V., Gasparyan I.N. have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The paper was received on May 21, 2019

Published 22.08.2019