

Критерии авторства

Сибирев А.В., Аксенов А.Г., Мосяков М.А. провели обобщение и написали рукопись. Сибирев А.В., Аксенов А.Г., Мосяков М.А. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила 10.10.2018

Contribution

Sibiryov A.V., Aksenov A.G., Mosyakov M.A. summarized the material and wrote the manuscript. Sibiryov A.V., Aksenov A.G., Mosyakov M.A. 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 October 10, 2018

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АПК / FARM MACHINERY AND TECHNOLOGIES

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

УДК: 62-251:631.348:633.49

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМОВ РАБОТЫ РЕЖУЩЕГО АППАРАТА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДЕКАПИТАЦИИ КАРТОФЕЛЯ

БИЦОВ 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, г. Москва, 127550, Российская Федерация

Технологический прием «декапитация» (удаление верхушечных побегов) способствует увеличению урожайности картофеля. Для проведения декапитации разработано механизированное устройство. Агротехническим требованием проведения приема является качественный срез верхушечных побегов без разлохмаченности, так как повреждения способствуют внедрению различных возбудителей болезней, особенно вирусных. Для защиты от болезней место среза обрабатывается дезинфицирующим раствором. Важным элементом устройства является режущий аппарат. Предложена методика расчета ротационного режущего аппарата для бесподпорного среза. Определено, что с увеличением количества режущих лезвий интенсивность изменения величины наружного диаметра ротора уменьшается. При увеличении количества режущих кромок с одной до двух внешний диаметр ножа уменьшится на 21,3%, с двух до трех – на 9%, с трех до четырех – на 5%. Суммарная длина режущих кромок ротора зависит от его минимального радиуса, скорости резания и скорости машины. Произведен расчет внешнего диаметра ножей при различных частотах вращения ротора и значениях его внутреннего диаметра в зависимости от числа режущих кромок. Скорость движения агрегата в расчетах составила 2 м/с. Установлено, что при декапитации, с целью обеспечения качественного среза побегов картофеля на режущем роторе, имеющем частоту вращения 1200 мин⁻¹ и внешний диаметр 0,35 м, рекомендуется использование трех лезвий с длиной режущей кромки 0,04 м (при указанных параметрах ротора).

Ключевые слова: картофель, режущий аппарат, бесподпорный срез, режущая кромка, скорость агрегата.

Формат цитирования: Бицов Б.А., Левшин А.Г., ЩигOLEV С.В., Гаспарян И.Н. Определение параметров режимов работы режущего аппарата устройства для декапитации картофеля // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2019. N2(90). С. 24-29.

DETERMINATION OF OPERATION MODE PARAMETERS OF A CUTTING UNIT OF THE DEVICE FOR POTATO DECAPITATION

BORIS A. BITSOYEV

E-mail: bicoev_boris@mail.ru

ALEKSANDR G. LEVSHIN, DSc (Eng), Professor

E-mail: alev200151@rambler.ru

SERGEY V. SHCHIGOLEV, PhD (Eng), Senior Lecturer

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

The technological method of decapitation (the removal of apical shoots) helps to increase the potato yield. For carrying out decapitation a mechanised device has been designed. Agrotechnical requirements for decapitation include a high-quality cut of apical shoots without looseness, as this injury contributes to the introduction of various, especially viral, pathogens. To prevent diseases, the cut place is treated with a disinfectant solution. An important element of the device is the cutting mechanism. The authors suggest a design algorithm of a rotary cutting device able to make free cuts. It has been determined that with an increase in the number of cutting blades, the intensity of changes in the size of the outer diameter of the rotor decreases. With an increase in the number of cutting edges from one to two, the outer diameter of the knife will decrease by 21.3%, from two to three – by 9%, from three to four – by 5%. The total length of the cutting edges of the rotor depends on its minimum radius, cutting speed and the machine speed. The authors have calculated the external diameter of the knives at different rotor speeds and the values of its internal diameter depending on the number of cutting edges. The calculated speed of the unit has amounted to 2 m/s. The authors have found that to ensure quality and reliable cutoff of potato shoots when carrying out decapitation, one should use a cutting rotor with three blades rotating with a frequency of 1200 min⁻¹, with the outer diameter of the cutting edges not less than 0.35 m, and the working height of the blade of 0.04 m.

Keywords: potato, cutting machine, non-pressure cut, cutting edge, speed of the unit.

For citation: Bitsoyev B.A., Levshin A.G., Shchigolev S.V., Gasparyan I.N. Determination of operation mode parameters of a cutting unit of the device for potato decapitation. *Vestnik of Moscow Goryachkin Agroengineering University*. 2019; 2(90): 24-29. (In Rus.).

Введение. Россия производит около 15% мирового валового сбора картофеля. Тем не менее, по данным Федеральной службы государственной статистики, посевные площади, занятые этим растением в России, за последние годы значительно уменьшились (с 2834 тыс. га в 2000 г. до 1905 тыс. га в 2017 г.) при некотором росте урожайности [1] (рис. 1).

Потенциальная биологическая урожайность картофеля довольно высока. В Западной Европе она составляет

около 100 т/га, в районах Восточной Европы, где короткий вегетационный период, рассматриваемый показатель имеет значение 60...80 т/га [2].

По данным ряда исследователей, образование вегетативной массы тесно коррелирует с солнечной радиацией, поэтому все агротехнические мероприятия должны быть направлены на более полное ее использование за счет создания большей площади листьев и длительного сохранения листовой массы [2, 3].

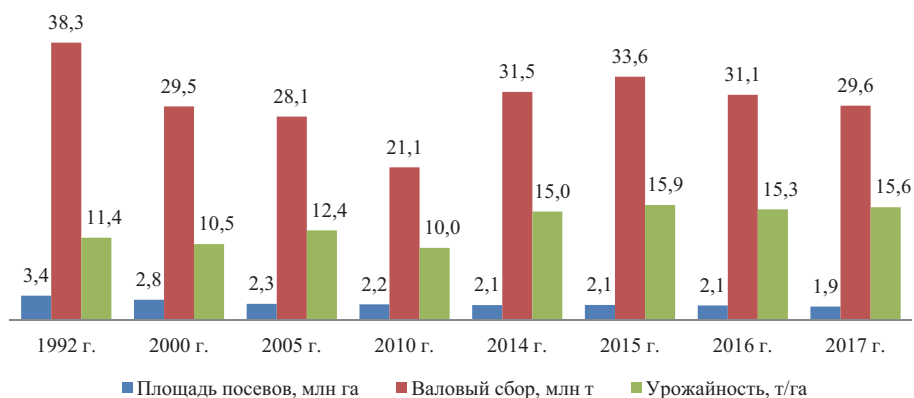


Рис. 1. Изменение показателей возделывания картофеля в России по годам

Fig. 1. Yearly changes in potato cultivation indicators in Russia

Одним из агротехнических методов повышения урожайности картофеля является технологический прием, заключающийся в удалении верхних побегов растений и стимулировании тем самым развития боковых побегов и интенсивного наращивания площади листовой пластины. Этот прием называют декапитацией. В исследовании И.Н. Гаспарян приведено агрономическое обоснование применения декапитации картофеля и указано, что на посадках ранних сортов применение этого приема позволяет увеличить урожайность культуры на 8,4...16,3%, а также повысить качество клубней по отношению к традиционным технологиям возделывания культуры [3].

Цель исследования – обосновать методику расчета ротационного режущего аппарата для бесподпорного среза в устройстве для удаления верхушек стеблей картофеля.

Материал и методы. Проанализированы получившие распространение научные исследования ротационных режущих аппаратов для бесподпорного среза. Представлен кинематический анализ движения точек режущей кромки ножа для обоснования параметров и режимов работы режущего аппарата.

Результаты и обсуждение. В работах [3, 4] обоснована конструкция устройства для декапитации стеблей картофеля, включающая стеблеподъемное устройство вентиляторного типа и режущий аппарат для бесподпорного среза роторного типа. При работе устройства воздушный поток вентилятора поднимает растения, не повреждая стеблей и листьев, а режущий аппарат срезает их верхушки на заданной высоте.

Кроме этого предлагаемое устройство содержит систему нанесения дезинфицирующего состава на поверхность ножа для защиты растения от вирусного заражения.

Проведенные исследования [3] показали, что наиболее оптимальными сроками проведения декапитации картофеля являются 14-20 дней после всходов. В этот период побеги картофеля имеют компактный размер, стебли прямые и сочные, направленные вверх, побеги сгруппированы вокруг клубня.

Поскольку качество выполнения среза побегов при декапитации зависит от правильности выбора высоты среза, размеров режущего ротора и режимов его работы, режущий аппарат должен обеспечить выполнение следующих условий:

- устойчивый срез растений на всех режимах работы;
- работу во всем диапазоне рабочих скоростей машины без пропусков стеблей.

Для среза верхней части стеблей в рассматриваемом устройстве предлагается использовать ротационно-дисковый режущий аппарат с неподвижными ножами. Его выбор обоснован простотой конструкции как активного элемента, так и его привода.

Для обеспечения качественной работы режущего аппарата каждая точка лезвия его ножа должна иметь окружную скорость ω , обеспечивающую бесподпорный срез растений. Для ее определения рассмотрим схему, представленную на рисунке 2 [5].

Поскольку траектория любой точки сегмента рассматриваемого режущего аппарата представляет собой троихоиду, то площадь поля, срезаемая каждым сегментом, ограничена двумя кривыми, одна из которых является траекторией основания с радиусом r_0 (точка А), а другая – вершиной режущей кромки сегмента с радиусом

r_1 (точка В). Траектории соседних сегментов смещены в направлении поступательной скорости машины V_M на расстояние OO_1 , проходимое за время поворота режущего диска на угол $\varphi = 2\pi / z_n$, где z_n – число ножей на режущем роторе.

Основная проблема со срезом растения может возникнуть у роторного режущего аппарата при нахождении основания ножа в точке A_2 (рис. 3), так как в этом положении основание лезвия будет иметь минимальную абсолютную скорость $V_{Amin} = \omega r_0 - V_M$. Исходя из этого, определение диаметра режущего диска выполняем из условия надежного среза растений, которое представим в виде

$$V_{Amin} = \omega r_0 - V_M \geq V_p, \tag{1}$$

где V_p – скорость резания ножа, м/с.

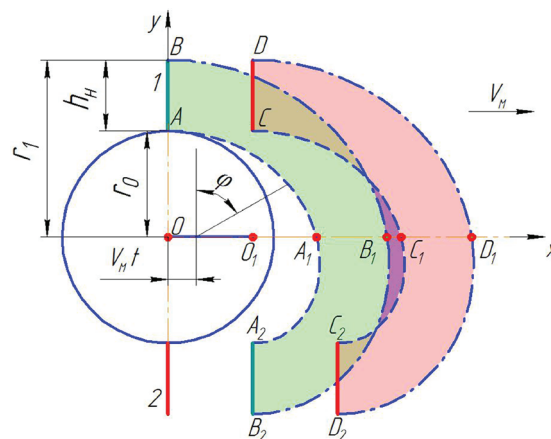


Рис. 2. Кинематическая схема работы сегментно-дискового режущего аппарата

Fig. 2. Kinematic scheme of the segment-disk cutting unit

Для определения окружной скорости основания режущей кромки ($U_n = \omega r_0$), обеспечивающей надежный срез растений, воспользуемся методикой, изложенной в [5]. После преобразования (1) получим условие, которому должен удовлетворять радиус диска

$$r_0 \geq \frac{V_p + V_M}{\omega}, \text{ м} \tag{2}$$

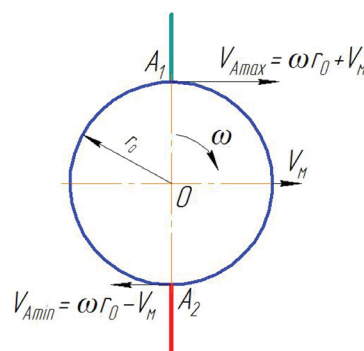


Рис. 3. Схема для определения абсолютной скорости основания ножа сегментно-дискового режущего аппарата

Fig. 3. Scheme for determining the absolute speed of the knife base of the segment-disk cutting unit

В работе [5] автор указывает, что надежный бесподпорный срез растений начинается при скорости ножа $V_p = 6...10$ м/с.

В работе ученых Гомельского государственного технического университета имени П.О. Сухого [6] на основе экспериментальных данных выполнен анализ рабочего процесса ротационного режущего аппарата и определены скорости ножа, необходимые для среза стеблей люпина и тимофеевки. По результатам работы сделан вывод о том, что чем больше вес стебля, тем меньше необходима скорость ножа для срезания растения. Так, для 100%-го бесподпорного среза люпина гладким лезвием скорость ножа должна составлять 15 м/с, а для тимофеевки – 35 м/с.

В работе [7] указано, что для удаления ботвы картофеля перед уборкой скорость ножа должна составлять около 23 м/с.

Поскольку ботва картофеля в фазе развития, в которой предполагается проведение декапитации, имеет повышенную влажность и нежную хрупкую структуру, то для ее среза достаточна скорость ножа около 15 м/с.

Для качественного среза растений и исключения орехов при работе режущего аппарата необходимо, чтобы отклонение стеблей основанием режущего диска отсутствовало. Для этого должно соблюдаться условие (3), при котором траектория вершины каждого последующего лезвия (рис. 2) при вращении режущего диска, будет частично перекрывать траекторию, описанную основанием предыдущего лезвия [8]

$$OB_1 \geq OC_1. \quad (3)$$

Данное условие обеспечивается поддержанием определенного соотношения окружной скорости ножа U_n и скорости движения агрегата V_M , оцениваемого показателем кинематического режима $\lambda = U_n / V_M$.

Для определения показателя λ , который обеспечивает выполнение условия (3), рассмотрим рисунок 2. Поскольку на нем $OB_1 = x_{B1}$, а $OC_1 = x_{C1}$, то условие работы режущего аппарата запишем следующим образом

$$x_{B1} \geq x_{C1}. \quad (4)$$

Изменение положения точки B (конца лезвия 1) можно описать выражениями

$$x_B = V_M \cdot t + r_1 \sin \varphi; y_B = r_1 \cos \varphi. \quad (5)$$

Изменение положения точки C (основания лезвия 2) можно описать выражениями с учетом перемещения машины со скоростью V_M и поворота ножа на угол $\varphi = 2\pi / z_n$:

$$x_C = V_M \frac{2\pi}{z_n \omega} + V_M t + r_0 \sin \varphi; y_C = r_0 \cos \varphi. \quad (6)$$

Так как положения точек B_1 и C_1 соответствуют повороту рабочего диска на угол $\varphi = \pi/2$ (время поворота $t = \pi/(2\omega)$), то величины x_{B1} и x_{C1} определяются как:

$$x_{B1} = \frac{V_M \pi}{2\omega} + r_1, \quad (7)$$

$$x_{C1} = \frac{V_M \pi}{\omega} + \left[\frac{2\pi}{z_n} + \frac{1}{2} \right] + r_0. \quad (8)$$

С учетом того, что $V_M / \omega = r_0 / \lambda$, а $r_1 = r_0 + h_n$, (где h_n – длина рабочей части лезвия) полученные выражения принимают вид:

$$x_{B1} = r_0 \left(\frac{\pi}{2\lambda} + \frac{r_1}{r_0} \right), \quad (9)$$

$$x_{C1} = r_0 \left[\frac{\pi(z_n + 4)}{2\lambda z_n} + 1 \right]. \quad (10)$$

Преобразовав неравенство (4) с учетом значений (9) и (10), получим следующее выражение для определения показателя кинематического режима в зависимости от параметров режущего аппарата:

$$\lambda \geq \frac{2\pi r_0}{z_n h_n}, \quad (11)$$

Поскольку принятая скорость оснований лезвий ножа равна $U_n = V_p + V_M$, преобразуем выражение (11) и получим формулу для определения суммарной длины режущих кромок лезвий $z_n h_n$

$$z_n h_n \geq \frac{2\pi r_0 V_M}{V_p + V_M}. \quad (12)$$

Из полученной зависимости следует, что суммарная длина режущих кромок ротора зависит от его минимального радиуса, скорости резания V_p и скорости машины V_M .

С учетом выражения (4) полученная зависимость (12) для длины режущей кромки ножа может быть записана в виде

$$h_n \geq \frac{2\pi V_M}{\omega z_n}, \text{ м или } h_n \geq \frac{60 V_M}{n z_n}, \text{ м} \quad (13)$$

где $\omega = \pi n/30$ – угловая скорость ротора, с⁻¹; n – частота вращения ротора, мин⁻¹.

Поскольку декапитацию предполагается выполнять при движении трактора в междурядье, скорость агрегата выбирается с учетом соблюдения защитной зоны. При выполнении операций по уходу за посевами картофеля скорость агрегата в среднем равна 2 м/с [9].

Определение двух неизвестных в выражении (13) возможно с помощью графика, представленного на рисунке 4.

С учетом выражения (2) и зависимости внешнего радиуса ротора от длины режущей кромки и радиуса диска ($r_1 = r_0 + h_n$), рассчитан внешний диаметр ножей при различной частоте вращения ротора (табл.).

Из данных таблицы следует, что с увеличением количества режущих лезвий интенсивность изменения величины наружного диаметра ротора уменьшается. Так, при увеличении количества режущих кромок с одной до двух внешний диаметр ножа уменьшится на 21,3%, с двух до трех – на 9%, с трех до четырех – на 5%. Таким образом, можно сказать, что увеличение числа ножей на роторе свыше трех нецелесообразно.

Уменьшение числа ножей ведет к росту длины каждого из них, что в свою очередь негативно скажется на работе дезинфицирующей системы, т.к. в таком случае, для обработки необходимой длины ножа, потребуется изменение угла установки форсунки.

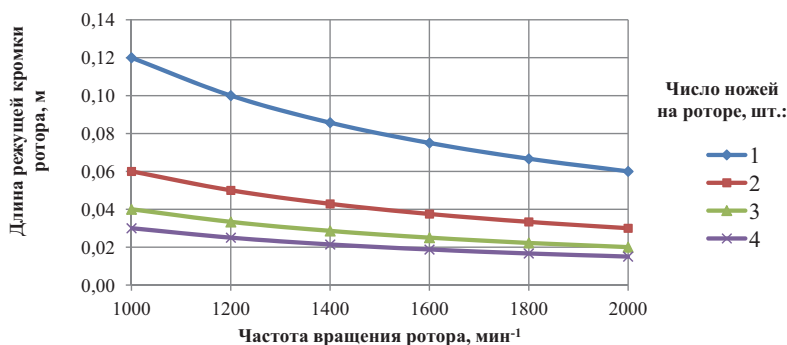


Рис. 4. Изменение длины режущей кромки ротора в зависимости от частоты вращения ротора и количества ножей (при $V_m = 2$ м/с)

Fig. 4. A change in the length of the cutting edge of the rotor depending on the rotor speed and the number of knives (at $V_m = 2$ м/с)

Значения параметров режущего аппарата (при $V_m = 2$ м/с)

Values of the cutting unit parameters (at $V_m = 2$ м/с)

| Число режущих кромок, z_n | Частота вращения ротора, n , мин ⁻¹ | | | | | |
|-----------------------------|--|------|------|------|------|------|
| | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 | 2000 |
| | Внутренний диаметр, d_0 , м | | | | | |
| | 0,32 | 0,27 | 0,23 | 0,20 | 0,18 | 0,16 |
| | Внешний диаметр d_1 , м | | | | | |
| 1 | 0,56 | 0,47 | 0,40 | 0,35 | 0,31 | 0,28 |
| 2 | 0,44 | 0,37 | 0,32 | 0,28 | 0,25 | 0,22 |
| 3 | 0,40 | 0,34 | 0,29 | 0,25 | 0,22 | 0,20 |
| 4 | 0,38 | 0,32 | 0,27 | 0,24 | 0,21 | 0,19 |

Были рассмотрены растения разных сортов картофеля и определено, что в период 2-4 недели после всходов, когда предполагается выполнять декапитацию, диаметр куста растений находится в пределах 0,25 м [2, 10]. При этом следует учесть тот факт, что в соответствии с агротехническими требованиями на посадку картофеля допускается отклонение ширины основных междурядий от заданных значений на величину ± 4 см, а для стыковых междурядий – ± 5 см [11]. Соответственно, ширина захвата режущего аппарата рассматриваемого устройства должна быть такой, чтобы обеспечивать срез растений и в случае отклонения рядка в указанных пределах, т.е. наружный диаметр ножей ротора должен быть около 0,35 м. Для этого диаметра и трех ножей частота вращения ротора составит 1200 об/мин, длина режущей кромки – около 0,04 м.

Выводы

1. Устойчивый срез верхушек куста картофеля при декапитации будет осуществляться при скорости резания не менее 15 м/с.
2. Суммарная длина режущих кромок ротора зависит от его минимального радиуса, скорости резания V_p и скорости машины V_m . Для заданной скорости агрегата, в среднем 2 м/с, длину режущей кромки выбирают с учетом частоты вращения вала ротора и числа ножей по приведенной таблице.

3. При декапитации, с целью обеспечения качественного среза побегов картофеля при поступательной скорости агрегата до 2 м/с на режущем роторе, имеющем частоту вращения 1200 мин⁻¹ и внешний диаметр 0,35 м, рекомендуется использование трех лезвий с длиной режущей кромки 0,04 м.

Библиографический список

1. Россия в цифрах. 2018: Крат. стат. сб. / Росстат-М., 2018. 522 с.
2. Картофель / Д. Шпаар, А. Быкин, Д. Дрегер [и др.]; Под ред. Д. Шпаара. Мн.: ЧУП «Орех», 2004. 465 с.
3. 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.
4. Гаспарян И.Н. Параметры работы устройства по декапитации картофеля // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ им. В.П. Горячкина. 2018. № 2 (78). С. 11-15.
5. Долгов И.А. Уборочные сельскохозяйственные машины. (Конструкция, теория, расчет). Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2003. 707 с.
6. Попов В.Б., Голушко П.Е., Иванов А.А., Чаус В.П. Анализ технологического процесса кошения растений ротационными режущими аппаратами // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. 2009. № 4. С. 32-39.

7. Салимзянов М.З. Обоснование конструктивно-геометрических параметров и режимов работы рабочего органа для измельчения ботвы картофеля: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Киров, 2005. 20 с.

8. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И. Кленин, В.А. Сакун. М.: Колос, 1994. 751 с.

9. Автоматизированная справочная система «Сельхозтехника». URL: www.agrobase.ru. (дата обращения 1.03.2019)

10. Писарев Б.А. Производство раннего картофеля. М.: Россельхозиздат. 1986. 287 с.

11. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные машины / Н.И. Кленин, С.Н. Киселёв, А.Г. Левшин. М.: КолосС, 2008. 816 с.

References

1. Rossiya v tsifrakh [Russia in figures]. 2018: Krat. stat. sb. Rosstat-M., 2018: 522. (in Rus.)

2. Shpaar D., Bykin A., Dreger D. [et al.]. Kartofel' [Potato crops]; ed. by D. Shpaar. Mn.: CHUP "Orekh", 2004: 465. (In Rus.)

3. Gasparyan I.N., Levshin, A.G. Teoriya i praktika povysheniya produktivnosti kartofelya s ispol'zovaniyem dekapitatsii v Nechernozemnoy zone RF: Monografiya [Theory and practice of increasing the potato productivity using decapitation in the Nonchernozem zone of the Russian Federation: Monograph]. Irkutsk: OOO "Megaprint", 2017: 236. (In Rus.)

4. Gasparyan I.N. Parametry raboty ustroystva po dekapitatsii kartofelya [Parameters of the device for potato

decapitation]. *Vestnik of Moscow Goryachkin Agroengineering University*, 2018; 2 (78): 11-15. (In Rus.)

5. Dolgov I.A. Uborochnyye sel'skokhozyaystvennyye mashiny. (Konstruktsiya, teoriya, raschet) [Agricultural harvesting machines. (Design, theory, calculation)]. Rostov n/D: Izdatel'skiy tsentr DGTU, 2003: 707. (In Rus.)

6. Popov V.B., Golushko P.Ye., Ivanov A.A., Chaus V.P. Analiz tekhnologicheskogo protsessa kosheniya rasteniy rotatsionnymi rezhushchimi apparatami [Analysis of the technological process of crop mowing with rotary cutters]. *Vestnik GGTU im. P.O. Sukhogo*, 2009; 4: 32-39. (In Rus.)

7. Salimzyanov M.Z. Obosnovaniye konstruktivno-geometricheskikh parametrov i rezhimov raboty rabocheho organa dlya izmel'cheniya botvy kartofelya: Avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk [Determination of structural-geometric parameters and operating modes of the working element for shredding potato tops: Self-review of PhD (Eng) thesis]. Kirov, 2005: 20. (In Rus.)

8. Klenin N.I., Sakun V.A. Sel'skokhozyaystvennyye i meliorativnyye mashiny [Agricultural and land reclamation machines]. Moscow, Kolos, 1994: 751. (In Rus.)

9. Avtomatizirovannaya spravochnaya sistema "Sel'khoztekhnika" [Automated information support system "Agricultural machinery"]. URL: www.agrobase.ru. (Access date 01.03.2019) (In Rus.)

10. Pisarev B.A. Proizvodstvo rannego kartofelya [Production of early potato]. Moscow, Rossel'khozizdat, 1986: 287.

11. Klenin N.I., Kiselov S.N., Levshin A.G. Sel'skokhozyaystvennyye mashiny [Agricultural machinery]. Moscow, KolosS, 2008: 816. (In Rus.)

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 01.03.2019

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 March 1, 2019