Тип статьи: научная
УДК 631.356.46
DOI: 10.35887/2305-2538-2024-1-110-117

РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Парвиз Имранович Гаджиев [1]***, Гюльбике Гудретдиновна Рамазанова*** [2]***,***
Имран Парвизович Гаджиев [3]
[1,2,3] *РГУНХ Минсельхоза России (Университет Вернадского),*
г. Балашиха, Российская Федерация
[1]pgadjiev@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-6877-6126
[2]gulbike@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-2758-9479
[3]imgadjiev@mail.ru

Автор, ответственный за переписку: Рамазанова Гюльбике Гудретдиновна, gulbike@yandex.ru
Corresponding author: Ramazanova Gulbike, gulbike@yandex.ru

Реферат. *Значительная доля картофеля возделывается в тяжелых почвенно-климатических условиях, что негативно сказывается на качестве убираемого картофеля из-за последствий соприкосновения клубней с почвенными комками. С целью повышения эффективности возделывания картофеля для стабилизации накопления органического вещества, разуплотнение почвы и подпахотного горизонта предложена технология возделывания картофеля с чередующими грядками. Способ включает основную обработку почвы, предпосадочную обработку почвы с нарезанием гребней, посадку картофеля в гребни, междурядную обработку, поддержание влажности и плотности почвы, выкапывание клубней и маркировку рядов. Способ отличается тем, что при последующей посадке в следующем году почву обрабатывают так, чтобы дно гребней чередовалось с клубнем картофеля. Результаты исследований показали, что наибольшее влияние на разрушение почвенных комков оказывает их влажность и скорость соударения комков с битерным барабаном. Показано, что разрушение до 80% почвенных комков происходит при падении с высоты 1 - 1,5 м и разрушающиеся сила глины влажностью 17 - 22% при статическом сжатии составляет 0,1-0,2 кН. В конечном итоге технология возделывания картофеля с чередующими гребнями помогает в борьбе с сорняками и минимизирует поражаемость болезнями и вредителями.*

Ключевые слова: *почва, клубень картофеля, технология возделывания картофеля, чередующиеся гребни, разуплотнение почвы.*

DEVELOPMENT OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY AND TECHNICAL MEANS FOR POTATO CULTIVATION

Parviz Hadzhiev [1]***, Gulbike Ramazanova*** [2]***, Imran Hadzhiev*** [3]
[1,2,3] *Vernadsky University RSUNE of The Ministry of Agriculture of Russia, Balashikha, Russia*
[1]pgadjiev@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-6877-6126
[2]gulbike@yandex.ru,https://orcid.org/0000-0003-2758-9479
[3]imgadjiev@mail.ru

Abstract. *A significant proportion of potatoes are cultivated in difficult soil and climatic conditions, which negatively affects the quality of harvested potatoes due to the consequences of contact of tubers with soil lumps. The technology for cultivating potatoes with alternating beds is proposed to increase the efficiency of potato cultivation to stabilize the accumulation of organic matter, decompact the soil and the subsoil horizon. The method includes basic tillage, pre-planting tillage with cutting ridges, planting potatoes in ridges, inter-row cultivation, maintenance soil moisture and density, digging up tubers and marking rows. The method differs in that during subsequent planting next year, the soil is cultivated so*

that the bottom of the ridges alternates with potato tubers. The research results showed that the greatest influence on the destruction of soil lumps is their moisture content and the speed at which the lumps collide with the beater drum. It has been shown that destruction of up to 80% of soil lumps occurs when falling from a height of 1 - 1.5 m and the destructive force of clay with a moisture content of 17 - 22% under static compression is 0.1-0.2 kN. Ultimately, the technology of growing potatoes with alternating ridges helps control weeds and minimizes the incidence of diseases and pests.

Keywords: *soil, potato tuber, potato cultivation technology, alternating ridges, soil decompaction*.

Для цитирования: Гаджиев П.И., Рамазанова Г.Г., Гаджиев И.П. Разработка ресурсосберегающей технологии и технических средств для возделывания картофеля // Наука в Центральной России Science in the Central Russia. 2024. Т. 67, № 1. С. 110-117. https://doi.org/10.35887/2305-2538-2024-1-110-117.

For citation: Gadzhiev P., Ramazanova G., Gadzhiev I. Development of resource-saving technology and technical means for potato cultivation. *Nauka v central'noj Rossii* = Science in the Central Russia: 2024; 67(1): 110-117. (In Russ.) https://doi.org/10.35887/2305-2538-2024-1-110-117.

Введение. Задачами интенсивной технологии возделывания картофеля, являются увеличить производство картофеля, улучшить его качество, на основе совершенствования, имеющихся технологий, значительно снизить затраты труда в картофелеводстве. Успешное решение этих сложных задач неразрывно связано с внедрением новых технологий и созданием принципиально новых машин, с целью улучшения рыхления почвы, а также исключения ее уплотнения и разрушения структурных агрегатов. В противном случае потребуется дополнительное рыхление в процессе роста и развития картофеля, что повышает затраты на себестоимость продукции [1-3].

Таким образом, в настоящее время особую актуальность приобретает вопрос удовлетворения агротехнических требований при возделывании картофеля, которая включает обработку почвы и уход за растениями весь вегетационный период. После подготовки почвы под посадку картофеля с применением специальных грядообразователей формируются гряды. К основным недостаткам таких технологий относятся излишнее уплотнение почвы ходовыми колесами трактора и рабочих агрегатов, что приводит к дополнительным затратам энергетических средств, для образования рыхлой почвы. Излишняя деформация почвы приводит к разрушению ее структуры, нарушению скважности почвы и отрицательному влиянию на рост урожайности культур [4].

Это приводит к тому, что разработка эффективных технологий и технических средств, для получения высококачественного урожая и снижения себестоимости возделывания картофеля является актуальной задачей и посей день.

Цель исследования – повышение эффективности возделывания картофеля путем разработки технологии чередования нарезанных гребней.

Материалы и методы. Технологии для производства картофеля зависят от его сортовых особенностей, потребительских и столовых качеств продовольственного картофеля и целевого использования собранного урожая. Требования, предъявляемые к получаемой продукции, такие как урожайность, форма и размеры клубней, сроки созревания, приспособленность к машинным технологиям и технике выращивания, и механизированной уборке картофеля в этой части играет существенную роль.

Для осуществления задач вытекающих от поставленной цели, необходимо обратить внимание к разработке постиндустриальных методов, отличающихся высокотехнологичными изменениями операций подготовки почвы и посадки клубней картофеля. Для решения данной проблемы с применением ресурсосберегающей технологии и учитывая, что площади под картофель сократились нами предложена технология возделывания картофеля с чередующими грядками (рисунок 1) [5].

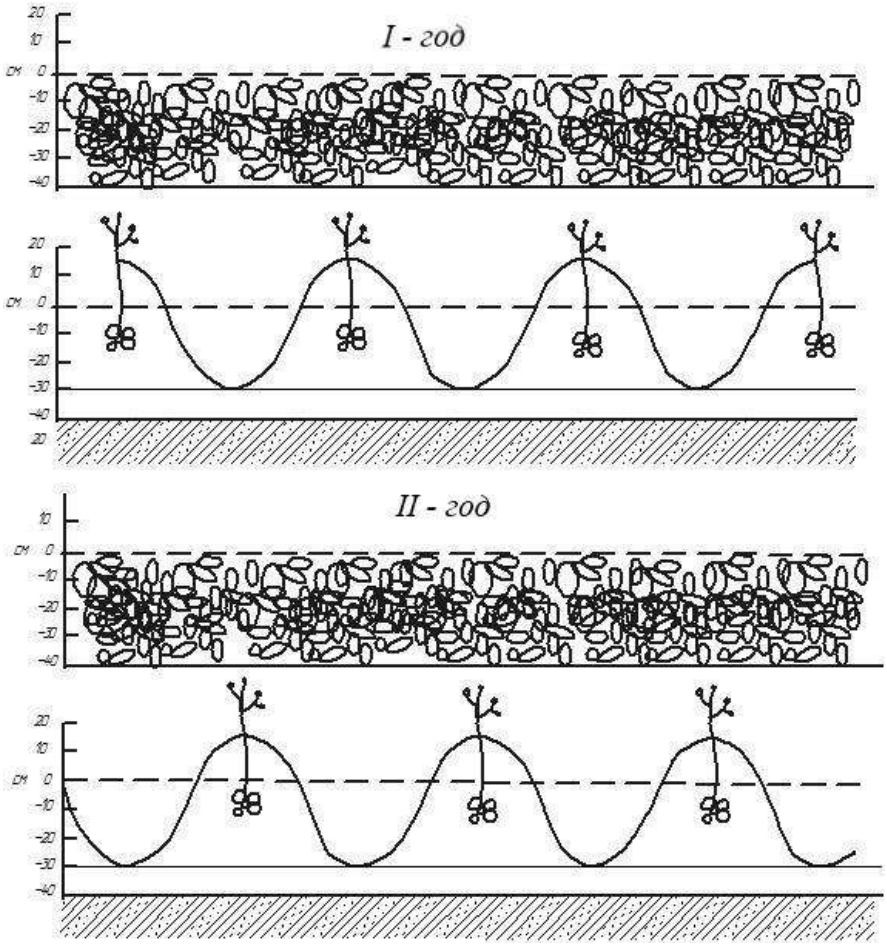

Рисунок 1 – Схема возделывания картофеля с чередующими гребнями

Предложенная технология выполняется в следующей последовательности: проводится основная обработка и предпосадочной подготовка почвы с нарезанием грядок и формированием гребней для посадки картофеля. В период созревания картофеля проводится междурядная обработка, выкапывание клубней и маркировка рядов.

Соблюдение правильного чередования нарезанных гребней на том же поле для стабилизации накопления органического вещества, разуплотнения почвы и подпахотного горизонта, помогает в борьбе с сорняками и минимизирует поражаемость болезнями и вредителями. При последующей посадке в следующем году данные операции смещаются поперек борозды на половину ее ширины, таким образом, чтобы дно гребней чередовались с клубнем картофеля.

Выбор рационального типа технических средств и его конструктивных параметров для выполнения сельскохозяйственного технологического процесса по возделыванию картофеля, должен отвечать почвенно-климатическим условиям региона. Предварительная подготовка почв, где выращивается картофель, в том числе тяжелых черноземных почвах с недостаточным увлажнением, подверженным ветровой эрозии с почвообрабатывающими фрезами, специальными машинами и глубокорыхлителями [6].

Вместе с тем, ранее разработанные задние навесные машины, в том числе техника зарубежного производства, включая картофелесажалки и картофелекопатели, не отработаны под ресурсосберегающую технологию на основе комбинированных машинотракторных агрегатов и не полностью учитывают почвенно-климатические условия регионов России.

Результаты и обсуждение. Предпосадочная подготовка почвы в зависимости от типа почвы проводится следующим образом:

На суглинистых почвах проводится культивация с боронованием, безотвальная перепашка на глубину 25…27 см, нарезка гребней. Или же можно проводит фрезерование на глубину 12…14 см, после чего можно произвести нарезку гребней для посадки клубней.

На супесчаных, средних и легких почвах проводится культивация на глубину 15 см и нарезаются овальной формы гребни высотой 14…16 см.

В настоящее время для возделывания картофеля на дерново-подзолистых почвах Нечерноземных зонах России применяется интенсивная технология с междурядьями посадки 70 и 90 см и грядово-ленточная 110+30 см, которая предусматривает получение высоких урожаев и экологической чистоты клубней при комбайновой уборке картофеля [7-9].

Использование современных технологий подготовки почвы к посадке картофеля может упростить применение уборочных машин в сложных почвенно-климатических условиях и повысить производительность труда с имеющимися уборочными машинами и уменьшить эксплуатационные затраты в виде простоев на ремонт.

Один из вариантов подготовки почвы предусматривает рыхление с почвообрабатывающими фрезами. Для снижения энергоемкости процесса рыхления почвы был выбран волнистый рабочий орган фрезы. Применение волнистого рабочего органа фрезы позволило увеличить качество подготовки почвы, уменьшение энергоемкости фрезерования, что позволило нам, при уборке отказаться от сложных сепарирующих рабочих органов картофелеуборочных машин для уменьшения повреждений клубней [10].

Наилучшие условия выращивания культуры картофеля при объемной массе:

- на дерново- подзолистой суглинистой почве 1,1…1,2 г/см²;
- на дерново- подзолистой связнопесчаной 1,3…1,5 г/см²;
- на черноземах 0,9…1,1 г/см².

Таким образом, наиболее приемлемым и отвечающим агротехническим требованиям выращивания картофеля является обеспечение разрушения прочных комков, динамическим способом, с помощью комкоразрущающего битерного барабана, который устанавливается в машинах для подготовки почвы после подкапывающего рабочего органа. Применение на тяжелых почвах обычных технологий приводит к снижению надежности техники, то есть частые поломки, к увеличению повреждения клубней и доли ручного труда на переборки картофеля. В этой части предложенная технология возделывания картофеля предоставляет интерес возделывания картофеля в тяжелых почвенно-климатических условиях.

Степень крошения почвенных комков во многом зависит от свойства самих комков, к основным характеристикам которых можно отнести их фракционный состав и прочностные свойства с изменением влажности почвы.

Показатели статистической прочности почвенных комков при переменной влажности являются основами динамического крошения почвенных комков.

Таблица 1 – Показатели статистической прочности почвенных комков в зависимости от влажности

Тип почвы и место испытания					
Легкая глина (опытное поле ВИСХОМа)		Легкая глина (Московская область)		Тяжелый суглинок (Московская область)	
Влажность, %	Разрушающ ее усилие, Н	Влажность, %	Разрушающ ее усилие, Н	Влажность, %	Разрушающее усилие, Н
16,0	117	17,5	129	9,11	206
19,4	118	30,7	142	13,15	133
22,0	120	23,9	163	17,19	140
25,5	140	26,4	168	21,23	145
29,0	197			25,27	245

Анализ полученных данных показывает, что разрушение почвенных комков (до 80%), происходит при падении с высоты 1-1,5м и разрушающиеся сила глины влажностью 17-22% при статическом сжатии составляет 0,1-0,2 кН.

Предпосадочная технология возделывания картофеля включает себе следующие операции:

1. Нарезка гряд;
2. Разрушение и сепарация почвенных комков с укладкой их в глубокие борозды;
3. Посадка картофеля в гребни;
4. Комбайновая уборка картофеля.

Технологию ударного разрушения почвенных комков исследовали многие ученые: Ф. Кик, В.Л. Кирпичев, П.А. Ребиндер, Н.А. Кильчевский, И.М. Панов, которые за основу брали степень дробления, определяемую по формуле

$$i = \frac{D}{d},$$

где D – первоначальный диаметр частица; d- средневзвешенный диаметр частиц после разрушения.

Результаты некоторых исследований показали, что наибольшее влияние на разрушение почвенных комков оказывает их влажность и скорость соударения битера с комками.

С уменьшением влажности возрастает степень дробления, а энергоемкость снижается. С повышением скорости удара степень дробления несколько снижается, а удельная энергоемкость возрастает. Минимальная скорость соударения, при которой происходит разрушение почвенного комка, равна 6-8 м/с [11, 12].

Для выполнения второй операции, предложенной интенсивной технологии применяется модернизированный сепаратор-укладчик СУ-1,4, который после комкоразрущающего битерного барабана оборудован металлическим экраном в виде сита, что позволяет дробление комков на более мелкие частицы.

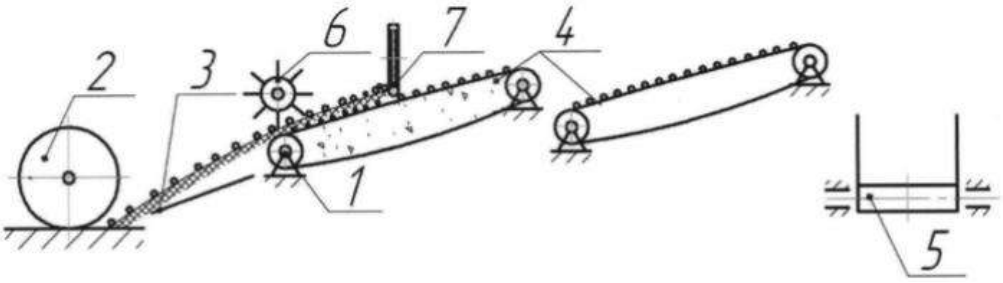

Рисунок 2 – Схема модернизированного сепаратора-укладчика СУ-1,4

Модернизированный сепаратор-укладчик СУ-1,4 (рисунок 2) является полунавесным и агрегатируется тракторами типа МТЗ-80, МТЗ-82, привод от ВОМ и гидросистема трактора, рабочая скорость 2,5-3,6 км/ч, ширина захвата 1,4 м, глубина обработки гряди до 25см. Сепаратор-укладчик СУ-1,4 работает следующим образом, подкапывающий рабочий орган 3, закрепленный на раме 1, соединенный с опорно-копирующими катками 2, подрезает гряды с высотой 25-26 см, который образовывал гребнеобразователь и передает его на сепарирующий элеватор 4, где осуществляется разрушение комков комкоразрушающим устройством 6 и экраном 7 и сепарация почвы с укладкой не разрушенных комков в глубокие борозды.

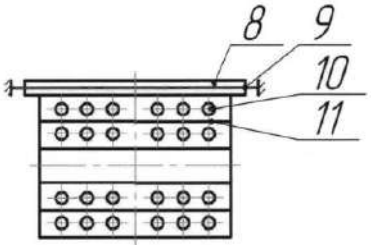

Рисунок 3 – Металлический экран

Металлический экран (рисунок 3), состоит из стойки 8, закрепленной на оси 9, также возможно регулирование угла наклона экрана в вертикальной плоскости и в нем имеются отверстия 10 диаметром d=25 мм и наклонные выступы 11 для более эффективного разрушения почвенных комков.

Особенностью модернизированного сепаратора-укладчика СУ-1,4 является то, что качество крошения почвы по фракциям до 25мм составляют примерно 97,8-98,4% [13].

Выводы. При подготовке почв под посадку картофеля проводят следующие операции. Основная подготовка почв: фрезерование на глубине 12…15 см, безотвальное рыхление плоскорезами в почвах подверженных ветровой эрозии, нарезка гребней. Предложенная технология возделывания картофеля с чередующими гребнями повышает эффективность возделывания картофеля при соблюдении правильного чередования нарезанных гребней на том же поле для стабилизации накопления органического вещества, разуплотняется почва и подпахотный горизонт, что помогает в борьбе с сорняками и минимизирует поражаемость болезнями и вредителями. Данная технология особенно привлекательна тем производителям, чьи площади под посадку картофеля ограничены.

Список источников

1. Костенко М.Ю. Технология уборки картофеля в тяжелых полевых условиях с применением инновационных решений в конструкции и обслуживании уборочных машин: дис. ... докт. техн. наук: 05.20.01 / Михаил Юрьевич Костенко. Рязань, 2011. 462 с.

2. Дорохов А.С., Сибирев А.В., Аксенов А.Г., Мосяков М.А. Метод комплексной оценки качества выполнения технологических операций энергоресурсосберегающей технологии уборки корнеплодов и картофеля // Агроинженерия. 2022. Т.24. № 1. С.12-16. – DOI 10.26897/2687-1149-2022-1-12-16.

3. Борычев С.Н. Машинные технологии уборки картофеля с использованием усовершенствованных копателей, копателей-погрузчиков и комбайнов: дис. … докт. техн. наук: 05.20.01 / Борычев Сергей Николаевич. – Рязань, 2008. 484 с.

4. Старовойтова О.А. Разработка и совершенствование элементов технологии возделывания картофеля применительно к условиям изменяющегося климата Нечерноземной зоны России: дис. ... докт. с.-х. наук: 05.20.01 / Старовойтова Оксана Анатольевна. – Москва, 2020. 317 с.

5. Патент на изобретение № 2809984 C1 Российская Федерация, МПК A01B 79/02. Способ возделывания картофеля с чередующимися гребнями / Гаджиев П.И., Шестакова Е.В., Рамазанова Г.Г., Махмутов М.М., Гаджиев И.П., Хисматуллина Ю.Р., заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Министерства Сельского хозяйства РФ Российский государственный университет народного хозяйства имени В.И. Вернадского // № 2023106045; заявл. 15.03.2023. – опубл. 20.12.2023., Бюл. №35

6. Гаджиев П.И., Шестакова Е.В., Рамазанова Г.Г. Теоретическое исследование подкапывающего лемеха картофелеуборочного агрегата для снижения потерь урожая и эрозии почвы // Инженерные технологии и системы. 2022. Т.32. № 2. С. 263-278. – DOI 10.15507/2658-4123.032.202202.263-278

7. Успенский И.А., Юхин И.А., Мачнев А.В., Голиков А.А. Формирование комплекса картофелеуборочных и транспортных машин // Техника и оборудование для села. 2021. № 2 (284). С.27-31. https://doi.org/10.33267/2072-9642-2021-2-27-31

8. Борычев С.Н. Совершенствование технологий и машин для уборки картофеля // Вестник КрасГАУ. 2007. № 5. С.179-185.

9. Гаджиев П.И., Башкиров А.П., Рамазанова Г.Г., Гаджиев И.П., Шершнев Н.С. Влияние технологических приемов на урожайность картофеля // Наука в центральной России. 2022. № 3(57). С.41-47.

10. Рамазанова Г.Г. Параметры и режимы работы фрезы для предпосадочной обработки почвы под картофель: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Рамазанова Гюльбике Гудретдиновна. – Москва, 2016. 132 с.

11. Дорохов А.С., Аксенов А.Г., Сибирев А.В. Теоретические исследования повышения качества уборки корнеплодов и картофеля сепарирующей системой, использующей теплоту

отработавших газов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 1(57). С.12-17. – DOI 10.18286/1816-4501-2022-1-12-17

12. Abedi G., Abdollahpour S., Bakhtiari M. R. Aerodynamic properties of potato tubers to airflow separation from stones and clods // International Journal of Vegetable Science. 2019. Vol. 25, no. 1. P. 87–94. – DOI: https://doi.org/10.1080/19315260.2018.1478920.

13. Гаджиев П.И., Рамазанова Г.Г., Шикалов М.С., Алексеев А.И. Исследование крошения почвы при её предпосадочной подготовке к последующей комбайновой уборке картофеля // Техника и оборудование для села. 2019. № 4. С. 20 –23. – https://doi.org/10.33267/2072-9642-2019-4-20-23.

References

1. Kostenko M.Yu. Technology of harvesting potatoes in difficult field conditions using innovative solutions in the design and maintenance of harvesting machines: dis. ... doc. tech. Sciences: 05.20.01 / Mikhail Yurievich Kostenko. Ryazan, 2011. 462 p.

2. Dorokhov A.S., Sibirev A.V., Aksenov A.G., Mosyakov M.A. Method for a comprehensive assessment of the quality of technological operations of energy-resource-saving technology for harvesting root crops and potatoes // Agroengineering. 2022. T.24. No. 1. P.12-16. – DOI 10.26897/2687-1149-2022-1-12-16.

3. Borychev S.N. Machine technologies for harvesting potatoes using improved diggers, digger-loaders and combines: dis. ... doc. tech. Sciences: 05.20.01 / Borychev Sergey Nikolaevich. – Ryazan, 2008. 484 p.

4. Starovoitova O.A. Development and improvement of elements of potato cultivation technology in relation to the conditions of the changing climate of the Non-Black Earth Zone of Russia: dis. ... doc. agricultural Sciences: 05.20.01 / Starovoitova Oksana Anatolevna. – Moscow, 2020. 317 p.

5. Patent for invention No. 2809984 C1 Russian Federation, IPC A01B 79/02. Method of cultivating potatoes with alternating ridges / Gadzhiev P.I., Shestakova E.V., Ramazanova G.G., Makhmutov M.M., Gadzhiev I.P., Khismatullina Yu.R., applicant and patent holder of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the Ministry of Agriculture Economy of the Russian Federation Russian State University of National Economy named after V.I. Vernadsky // No. 2023106045; application 03/15/2023. – publ. 12/20/2023, Bulletin. No. 35

6. Gadzhiev P.I., Shestakova E.V., Ramazanova G.G. Theoretical study of the digging ploughshare of a potato harvesting unit to reduce crop losses and soil erosion // Engineering technologies and systems. 2022. T.32. No. 2. pp. 263-278. – DOI 10.15507/2658-4123.032.202202.263-278

7. Uspensky I.A., Yukhin I.A., Machnev A.V., Golikov A.A. Formation of a complex of potato harvesting and transport machines // Equipment and equipment for rural areas. 2021. No. 2 (284). P.27-31. https://doi.org/10.33267/2072-9642-2021-2-27-31

8. Borychev S.N. Improving technologies and machines for potato harvesting // Bulletin of KrasGAU. 2007. No. 5. P.179-185.

9. Gadzhiev P.I., Bashkirov A.P., Ramazanova G.G., Gadzhiev I.P., Shershnev N.S. The influence of technological methods on potato yield // Science in Central Russia. 2022. No. 3(57). P.41-47.

10. Ramazanova G.G. Parameters and operating modes of a cutter for pre-planting soil cultivation for potatoes: dis. ...cand. tech. Sciences: 05.20.01 / Ramazanova Gyulbike Gudretdinovna. – Moscow, 2016. 132 p.

11. Dorokhov A.S., Aksenov A.G., Sibirev A.V. Theoretical studies of improving the quality of harvesting root crops and potatoes using a separating system using the heat of exhaust gases // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2022. No. 1(57). P.12-17. – DOI 10.18286/1816-4501-2022-1-12-17

12. Abedi G., Abdollahpour S., Bakhtiari M. R. Aerodynamic properties of potato tubers to airflow separation from stones and clods // International Journal of Vegetable Science. 2019. Vol. 25, no. 1. P. 87–94. – DOI: https://doi.org/10.1080/19315260.2018.1478920.

13. Gadzhiev P.I., Ramazanova G.G., Shikalov M.S., Alekseev A.I. Study of soil crumbling during its pre-planting preparation for subsequent combine harvesting of potatoes // Equipment and equipment for the village. 2019. No. 4. pp. 20–23. – https://doi.org/10.33267/2072-9642-2019-4-20-23.

Информация об авторах

П.И. Гаджиев – доктор технических наук; Г.Г. Рамазанова – кандидат технических наук; И.П. Гаджиев – кандидат технических наук.

Information about the authors

P. Hadzhiev – Doctor of Technical Science; G. Ramazanova – Candidate of Technical Science; I. Hadzhiev – Candidate of Technical Science.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию (Received): 20.01.2024 Принята к публикации (Accepted): 21.02.2024