

АГРОИНЖЕНЕРИЯ

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

Научная статья

УДК 631.532.2+631.331.072.3

doi: <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i3pp103-109>

Определение параметров электрофизического взаимодействия на овощные культуры и картофель перед закладкой на хранение

Алексей Семенович Дорохов, Алексей Викторович Сибирёв, Александр Геннадьевич Аксенов, Максим Александрович Мосяков, Николай Викторович Сазонов

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, г. Москва, Россия

e-mail: sibirev2011@yandex.ru

Аннотация. Проведены аналитические исследования по определению параметров электрофизического взаимодействия на овощные культуры и картофель перед закладкой на хранение. Выполнено обоснование конструктивных параметров машины для загрузки овощных культур и картофеля, установлена сила фототока УФ-излучения, необходимая для выполнения равномерного облучения корнеклубнеплодов и луковиц по поверхности транспортера машины для загрузки, учитывающая площадь сечения корнеплода. Определены количество источников УФ-излучения исходя из равномерности распределения светового потока источников излучения с диаметром рассеяния света по рабочей поверхности транспортерной ленты, расстояние между рабочей поверхностью транспортера и источником УФ-излучения, а также прогнозируемые повреждения корнеклубнеплодов. Определено напорное усилие, обеспечивающее внедрение заборного органа в насыпь клубней при значении коэффициента, учитывающего динамические факторы при внедрении подборщика 1,2...2,0.

Ключевые слова: овощные культуры; картофель; автоматизация; корнеплоды; теоретическое обоснование; электрофизическое воздействие

Для цитирования: Дорохов А. С., Сибирёв А. В., Аксенов А. Г., Мосяков М. А., Сазонов Н. В. Определение параметров электрофизического взаимодействия на овощные культуры и картофель перед закладкой на хранение // Аграрный научный журнал. 2024. № 3. С. 103–109. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i3pp103-109>.

AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

Determination of parameters of electrophysical interaction on vegetable crops and potatoes before storage

Alexey S. Dorokhov, Alexey V. Sibirev, Aleksandr G. Aksenov, Maxim A. Mosyakov, Nikolay V. Sazonov

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russia

e-mail: sibirev2011@yandex.ru

Abstract. Analytical studies were carried out to determine the parameters of electrophysical interaction on vegetable crops and potatoes before storage. The design parameters of the machine for loading vegetables and potatoes have been substantiated; the strength of the photocurrent of UV radiation required to perform uniform irradiation of root crops and bulbs along the surface of the conveyor of the loading machine, taking into account the cross-sectional area of the root crop, has been established. The number of UV radiation sources was determined based on the uniformity of the distribution of the light flux of the radiation sources with the diameter of light scattering along the working surface of the conveyor belt, the distance between the working surface of the conveyor and the source of UV radiation, as well as the predicted damage to root crops. The pressure force was determined to ensure the introduction of the intake body into the embankment of tubers with a coefficient value that takes into account dynamic factors when introducing the pick-up 1.2...2.0.

Keywords: vegetable crops; potato; automation; roots; theoretical justification; electrophysical impact

For citation: Dorokhov A. S., Sibirev A. V., Aksenov A. G., Mosyakov M. A., Sazonov N. V. Determination of parameters of electrophysical interaction on vegetable crops and potatoes before storage // *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal*. 2024;(3):103–109. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i3pp103-109>.

© Дорохов А. С., Сибирёв А. В., Аксенов А. Г., Мосяков М. А., Сазонов Н. В., 2024



Введение. Несоблюдение технологии закладки корнеклубнеплодов на хранение вне зависимости от технологии провоцирует распространение грибных и бактериальных заболеваний, а также образованию почвенных столбов (рисунок 1), в которых клубни начинают загнивать и быстро прорасти [2, 16, 17].

Чтобы этого не допустить, в загрузчике необходимо предусмотреть автоматическую программу работы загрузчика при формировании насыпи с возможностью поддержания высоты бурта в автоматическом режиме при обеспечении процесса обеззараживания корнеклубнеплодов ультрафиолетовым воздействием, диапазоны спектров которых необходимо обосновать с возможностью воздействия на поток посадочного материала при загрузке бурта.

Однако, возможность воздействия УФ-излучения на поток закладываемого на хранения корнеклубнеплодов при обеззараживании посадочного материала в процессе наполнения хранилища в настоящее время недостаточно изучена [4, 10, 11]. Следовательно, необходимо выполнить проведение теоретических и экспериментальных исследований с целью получения закономерностей изменения показателей качества посадочного материала при УФ-воздействии в потоке его движения.

Цель исследований – определение закономерностей изменения показателей качества посадочного материала при УФ-воздействии в потоке его движения.

Материалы и методы. В работе использовали методы системного анализа и синтеза, физического моделирования, основанные на принципах математической статистики, численные методы решения аналитических зависимостей, методы классической механики.

Результаты исследований. Пористость насыпи корнеклубнеплодов определяется отношением объема пор к общему объему насыпи. Пористость, величины удельной и насыпной плотностей взаимосвязаны соотношением:

$$\Pi = 1 - (\rho_n / \rho_k), \quad (1)$$

где ρ_n – насыпная плотность корнеклубнеплодов, кг/м³; ρ_k – удельная плотность корнеклубнеплодов, кг/м.

Известно, что скорость движения машины для загрузки при работе

$$v_{\Pi} = (0,02 \dots 0,06) \cdot \frac{Q_{\Pi}}{B}, \quad (2)$$

где Q_{Π} производительность машины для загрузки, кг/с; B ширина захвата питателя машины для загрузки, м.

Так как для отсутствия возможности сгуживания корнеклубнеплодов на транспортере необходимо соблюдение условия [11]:

$$v_{\text{ТР}} = v_{\Pi} A = \frac{L_{\text{К}} A}{t}, \quad (3)$$

где A коэффициент ($A = 1,3$); $L_{\text{К}}$ перемещение подборщика, м; t время движения подборщика, с.



Рисунок 1 – Последовательность формирования насыпи при помощи транспортёра загрузчика с телескопической стрелой

Figure 1 – Sequence of formation of an embankment using a loader conveyor with a telescopic boom



Производительность загрузочных механизмов должна быть увязана с потоком поступающих клубней:

$$Q_{\Pi} = \frac{\lambda M_{\text{СР}}}{k_{\text{ОПТ}}}, \quad (4)$$

где λ среднее число машин, поступающих к одному загрузочному механизму, маш./ч; $M_{\text{СР}}$ средняя масса партии клубней автомашины, т/маш.; $k_{\text{ОПТ}}$ коэффициент использования рабочего времени загрузочного механизма.

Установлено, что бактерицидное действие УФ-излучения наиболее выражено в интервале длин волн от 205 до 315 нм. Максимум бактерицидного излучения приходится на длину волны 265 нм.

Для достижения требуемого уровня обеззараживания необходимо правильно определить дозу УФ-излучения, которая зависит от чувствительности микроорганизмов к воздействию УФ-излучения [1, 9, 18].

Правильно выбранная УФ доза является основой успешной работы любого УФ-оборудования и определяется по выражению [4]:

$$D_i = Jt, \quad (5)$$

где J – интенсивность УФ-излучения, Вт/м; t – время облучения, с.

Луковицы имеют округлую форму, приближающуюся к форме сферы с наличием вешки [5, 6, 20], размерные характеристики которой представлены на рисунке 2.

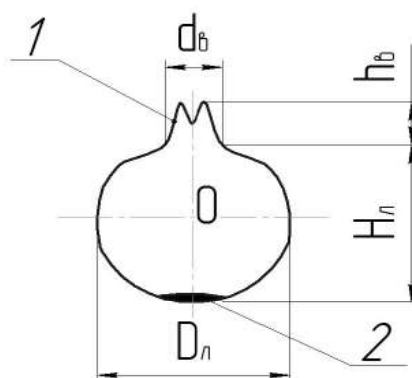


Рисунок 2 – Схема луковицы с основными размерами: 1 – вешка; 2 – донце луковицы; $D_{\text{л}}$ – диаметр; $H_{\text{л}}$ – высота; $d_{\text{в}}$ – диаметр вешки; $h_{\text{в}}$ – высота вешки
Figure 2 – Diagram of a bulb with main dimensions: 1 – pole; 2 – bottom of the bulb; $D_{\text{л}}$ – diameter; $H_{\text{л}}$ – height; $d_{\text{в}}$ – is the diameter of the pole; $h_{\text{в}}$ – pole height

С целью выполнения равномерного облучения корнеклубнеплодов и луковиц на поверхности транспортера машины для загрузки расположение семенного материала, необходимо обеспечивать, согласно схеме, изображенной на рисунке 3, при которой УФ-доза должна быть больше высоты слоя семенного материала и подчиняться условию:

$$D_i \geq H_{\text{В}}, \quad (6)$$

где $H_{\text{В}}$ – высота слоя семенного материала, м.

Для определения силы фототока УФ-излучения необходимо определить площадь i -го сечения корнеплода с упрощенной характеристикой для тела неправильной формы [6, 19, 20]:

$$V_{\text{T}} \approx k_1 \sum_{i=1}^n R_{\text{К}} = \frac{k_3}{2} \sum_{i=1}^n D_{\text{К}}, \quad (7)$$

где k_1 – коэффициент неравномерности размера корнеплода; $R_{\text{К}}$, $D_{\text{К}}$ – радиальные и диаметральные размеры корнеплода, м.

С учетом выражения (7) сила фототока УФ-излучения по объему корнеплода [6]:



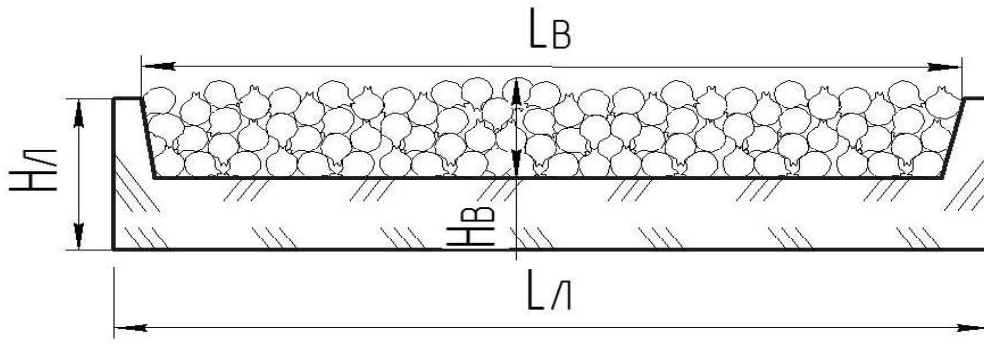


Рисунок 3 – Форма поверхности транспортера машины для загрузки
Figure 3 – Shape of the conveyor surface of the machine for loading

$$V_T \approx k_4 \sum_{i=1}^n D_{K_i} \quad (8)$$

где k_4 – коэффициент неравномерности размера корнеплода; n – число источников УФ-излучения, шт.

При ширине B_{TR} рабочей поверхности транспортера машины для загрузки корнеплодов плотностью ρ_k перемещаются со скоростью v_{TR} .

Подача корнеплодов Q_K у входа рабочей поверхности транспортера связана с общей толщиной H_B слоя соотношением:

$$Q_K = B_{TR} H_B \rho_k v_{TR}.$$

Количество корнеплодов в одном элементарном слое:

$$Q_{Э} = B_{TR} D_i \rho_k v_{TR}. \quad (10)$$

Таким образом, число слоев корнеплодов у входа к рабочей поверхности транспортера машины для загрузки:

$$n_c = \frac{H_B}{D_i}. \quad (11)$$

Количество источников n_Φ ультрафиолетового излучения определяется равномерностью распределения светового потока источников излучения с диаметром рассеяния D_Φ света по рабочей поверхности транспортерной ленты (рисунок 4):

$$n_\Phi = \frac{L_T}{(S_\Phi - D_\Phi)}, \quad (12)$$

где L_T – длина транспортера машины для загрузки, м; S_Φ – межосевое расстояние между источниками ультрафиолетового излучения, м; D_Φ – диаметр ультрафиолетового излучения, м.

Определение расстояния между рабочей поверхностью транспортера 2 и источником ультрафиолетового излучения 5 необходимо определить из условия перекрытия площади транспортера S_{TR} :

$$D_\Phi \geq S_{TR}, \quad (13)$$

где S_{TR} площадь транспортера, м².

$$S_{TR} = L_T B_T, \quad (14)$$

где B_T ширина транспортера, м.

Для достижения возможности обеззараживания корнеклубнеплодов при закладке на хранение необходимо выполнить синхронизацию требуемой дозы облучения D_i , площа-



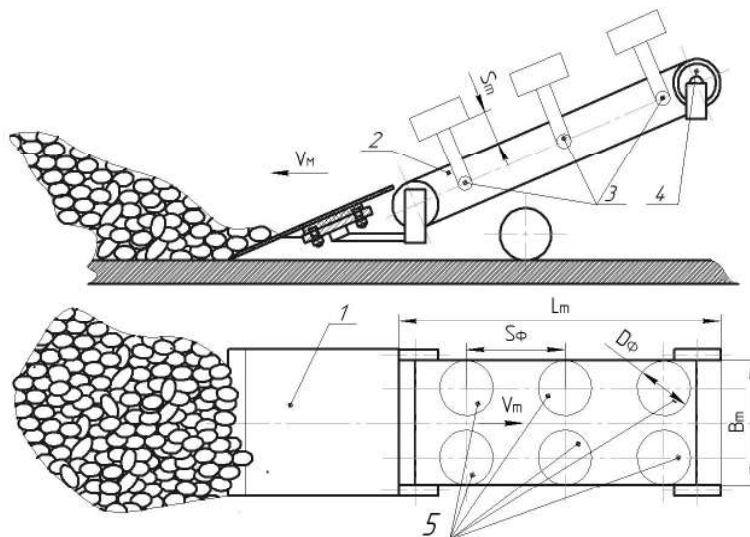


Рисунок 4 – Схема к обоснованию конструктивных параметров машины для загрузки: 1 – приемный лемех; 2 – транспортер; 3 – стойка крепления источника ультрафиолетового излучения; 4 – обводной барабан; 5 – источник ультрафиолетового излучения

Figure 4 – Scheme for justifying the design parameters of the machine for loading: 1 – receiving share; 2 – conveyor; 3 – stand for mounting the ultraviolet radiation source; 4 – bypass drum; 5 – source of ultraviolet radiation

ди поверхности облучения S_0 и поступательных скоростей движения транспортера $v_{ТР}$ и машины $v_{П}$:

$$D_{итр} = \frac{S_0 v_{ТР} Q_{П}}{L_M}, \quad (15)$$

где $Q_{П}$ – подача корнеклубнеплодов на транспортер, кг/с; L_M – перемещение машины для загрузки, м.

Повышение показателей качества работы машины для загрузки хранилища в селекции и семеноводстве овощных культур и картофеля обеспечивается в результате воздействия ультрафиолетового излучения на закладываемый в хранилище посадочный материал [12, 14, 15], исключающий наличие зараженных различными патогенами корнеклубнеплодов или снижающее до минимума их воздействие [2, 8, 13], что приводит к снижению повреждений семенного фонда и с учетом вышепредставленных конструктивных и технологических параметров машины и источника излучения имеем показатели оценки (16) и (17).

Прогнозируемые $\Pi_{(ПР)К}$ повреждения корнеклубнеплодов:

$$\Pi_{(ПР)К} = \frac{\Pi_{(ПР)КП} + \Pi_{(ПР)КУП} [(1 - \Pi_{(ПР)КП})]}{D_{итр} \gamma_3}, \quad (16)$$

где $\Pi_{(ПР)КП}$ – прогнозируемые повреждения корнеплодов на приемном лемехе, %; $\Pi_{(ПР)КУП}$ – прогнозируемые повреждения корнеплодов на транспортере, %; γ_3 – коэффициент заполнения поверхности транспортера, $\gamma_3 = 0,7-0,8$.

Повреждения корнеклубнеплодов на рабочем органе машины для загрузки семенного материала определяются по формуле [6]:

$$\Pi = \frac{G_{пов}}{G_{ст} - G_{пов}} \cdot 100\%, \quad (17)$$

где $G_{пов}$ – масса поврежденных стандартных корнеклубнеплодов в ворохе, кг; $G_{ст}$ – масса всего количества корнеклубнеплодов в ворохе, кг.

Заключение. Установлены теоретические зависимости по определению скорости движения, производительности, мощности, необходимой для передвижения подборщика вместе с системой транспортеров во время его работы, длина и ширина выгрузного транспортера, общий объем всех





неровностей, подлежащий выравниванию в хранилище, полный объем выгрузки за цикл работы, а также схема укладки корнеплодов при закладывании их на хранение в зависимости от их физико-механических свойств (с учетом коэффициента обрушения насыпи 0,5–0,75). Определено напорное усилие, обеспечивающее внедрение заборного органа в насыпь клубней при значении коэффициента, учитывающего динамические факторы при внедрении подборщика 1,2...2,0.

Определено условие равномерного воздействия ультрафиолетового излучения на поток корнеклубнеплодов (6), определены площадь i -го сечения корнеплода с упрощенной характеристикой для тела неправильной формы (7), сила фототока ультрафиолетового излучения по объему корнеплода (8), число слоев корнеплодов у входа к рабочей поверхности транспортера машины для загрузки (9), количество источников ультрафиолетового излучения для равномерного распределения светового потока источников излучения (12), определена требуемая доза облучения площади поверхности корнеклубнеплода с учетом поступательных скоростей движения транспортера и машины (15), а также прогнозируемые повреждения корнеклубнеплодов с учетом воздействия ультрафиолетового излучения (16) и коэффициента заполнения поверхности транспортера 0,7–0,8.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бейлис В. М., Ценч Ю. С., Коротченя В. М. Тенденции развития прогрессивных машинных технологий и техники в сельскохозяйственном производстве // Вестник ВИЭСХ. 2018. № 4 (33).
2. Белозеров Д. А., Денисова Н. Н., Закирова А. Н. Энергоэкология как основа устойчивого развития России: опыт, методология и перспективы. Дубна, 2017. 202 с.
3. Дорохов А. С., Чаплыгин М. Е., Аксенов А. Г., Шибряева Л. С., Блинов Н. Д., Чулков А. С., Подзоров А. В. Обработка семян зерновых культур в низкочастотном электромагнитном поле // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2023. № 17(4). С. 4–11. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2023-17-4-4-11>. EDN: SLKEWQ.
4. Зернов В. Н., Пономарев А. Г., Колчин Н. Н., Петухов С. Н. Развитие механизированной посадки картофеля в селекционных и семеноводческих питомниках // Картофель и овощи. 2017. № 12. С. 23–25.
5. Измайлов А. Ю., Голубкович А. В., Павлов С. А., Дадько А. Н. Условия работы зерносушилки с топочным блоком на растительных отходах // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 4. С. 69–72. EDN: ZXIYQD.
6. Измайлов А. Ю., Колчин Н. Н., Лобачевский Я. П., Кынев Н. Г. Современные технологии и специальная техника для картофелеводства // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. № 2. С. 45–48.
7. Коротченя В. М. Механизация, автоматизация, роботизация, цифровизация: уточнение и систематизация понятий // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2023. № 17(4). С. 26–34. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2023-17-4-26-34>. EDN: BWOFAY.
8. Кулешова Т. Э., Блащенко М. Н., Кулешов Д. О., Галль Н. Р. Разработка лабораторного фитотрона с возможностью варьирования спектра излучения и длительности суточной экспозиции и его биологическое тестирование // Научное приборостроение. 2016. Т. 26. № 3. С. 35–43.
9. Лобачевский Я. П., Дорохов А. С. Цифровые технологии и роботизированные технические средства для сельского хозяйства // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2021. Т. 15. № 4. С. 6–10. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2021-15-4-6-10>. EDN: YFRZDV.
10. Мазитов Н. К., Шогенов Ю. Х., Ценч Ю. С. Сельскохозяйственная техника: решения и перспективы // Вестник ВИЭСХ. 2018. № 3(32). С. 94–100. EDN: YLWHAL.
11. Пономарев А. Г., Колчин Н. Н., Зернов В. Н., Петухов С. Н. Селекции и семеноводству картофеля необходима механизация // Картофель и овощи. 2017. № 3. С. 22–24.
12. Ракутько С. А., Ракутько Е. Н., Медведев Г. В. Разработка экспериментального фитотрона и его применение в исследованиях по энергоэкологии светокультуры // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2023. № 17(2). С. 40–48. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2023-17-2-40-48>.
13. Ракутько С. А., Ракутько Е. Н. Моделирование и численный анализ энергоэкологичности светокультуры // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2019. Т. 13. № 3. С. 11–17.
14. Семенова Н. А., Гришин А. А., Дорохов А. А. Аналитический обзор климатических камер для выращивания овощных культур // Вестник НГИЭИ. 2020. № 1(104). С. 5–15.
15. Субботин И. А. Энергоэкологическая оценка использования различных генерирующих источников в сельском хозяйстве // Инженерные технологии и системы. 2019. Т. 29. № 3. С. 366–382.
16. Черноиванов В. И., Ежевский А. А., Федоренко В. Ф. Мировые тенденции машинно-технологического обеспечения интеллектуального сельского хозяйства. М., 2012. 284 с.
17. Шогенов Ю. Х., Романовский Ю. М., Измайлов А. Ю., Миронова Е. А. Реакции растений на локальное электромагнитное излучение в широком диапазоне длин волн // Техника и оборудование для села. 2018. № 2. С. 27–30. EDN: YTUYPY.
18. Akdemir B., Ulger P., Arin S. Mechanized panting and harvesting of onion // Agric. Mech. Asia. 1993. No. 24. P. 23–26.

19. Dorokhov A., Ponomarev A., Zernov V., et al. The results of laboratory studies of the device for evaluation of suitability of potato tubers for mechanized harvesting // *Applied sciences* (Switzerland). 2022. Vol. 12. No. 4.

20. Khamaletdinov R., Martynov V., Mudarisov S., et al. Substantiation of rational parameters of the root crops separator with a rotating inner separation surface // *Journal of Agricultural Engineering*. 2020. Vol. 51. No. 1. 15–20.

REFERENCES

1. Beilis V. M., Tsench Yu. S., Korotchenya V. M. Trends in the development of progressive machine technologies and equipment in agricultural production. *Vestnik VIESKh*. 2018;4(33). (In Russ.).

2. Belozеров D. A., Denisova N. N., Zakirova A. N. Energy ecology as the basis for sustainable development of Russia: experience, methodology and prospects. Dubna, 2017. 202 p. (In Russ.).

3. Dorokhov A. S., Chaplygin M. E., Aksenov A. G., Shibryaeva L. S., Blinov N. D., Chulkov A. S., Podzоров A. V. Processing of grain seeds in a low-frequency electromagnetic field. *Agricultural Machines and Technologies*. 2023;17(4):4–11. (In Russ.). <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2023-17-4-4-11>. EDN: SLKEWQ.

4. Zernov V. N., Ponomarev A. G., Kolchin N. N., Petukhov S. N. Development of mechanized planting of potatoes in breeding and seed nurseries. *Potatoes and Vegetables*. 2017;(12):23–25. (In Russ.).

5. Izmailov A. Yu., Golubkovich A. V., Pavlov S. A., Dadyko A. N. Operating conditions of a grain dryer with a combustion unit using plant waste. *Bulletin of Russian Agricultural Science*. 2017;(4):69–72. EDN: ZXIYQD. (In Russ.).

6. Izmailov A. Yu., Kolchin N. N., Lobachevsky Ya. P., Kynev N. G. Modern technologies and special equipment for potato growing. *Agricultural Machines and Technologies*. 2015;(2):45–48. (In Russ.).

7. Korotchenya V. M. Mechanization, automation, robotization, digitalization: clarification and systematization of concepts. *Agricultural Machines and Technologies*. 2023;17(4):26–34. (In Russ.). <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2023-17-4-26-34>. EDN: BWOFVAV.

8. Kuleshova T. E., Blashenkov M. N., Kuleshov D. O., Gall N. R. Development of a laboratory phytotron with the ability to vary the radiation spectrum and duration of daily exposure and its biological testing. *Scientific Instrument Engineering*. 2016;26(3):35–43. (In Russ.).

9. Lobachevsky Ya. P., Dorokhov A. S. Digital technologies and robotic technical means for agriculture. *Agricultural Machines and Technologies*. 2021;15(4):6–10. (In Russ.). <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2021-15-4-6-10>. EDN: YFRZDV.

10. Mazitov N. K., Shogenov Yu. Kh., Tsench Yu. S. Agricultural machinery: solutions and prospects. *Vestnik VIESKh*. 2018;3(32):94–100. EDN: YLWHAL. (In Russ.).

11. Ponomarev A. G., Kolchin N. N., Zernov V. N., Petukhov S. N. Potato selection and seed production requires mechanization. *Potatoes and Vegetables*. 2017;(3):22–24. (In Russ.).

12. Rakutko S. A., Rakutko E. N., Medvedev G. V. Development of an experimental phytotron and its application in research on the energy ecology of light culture. *Agricultural Machines and Technologies*. 2023;17(2):40–48. (In Russ.). <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2023-17-2-40-48>.

13. Rakutko S. A., Rakutko E. N. Modeling and numerical analysis of the energy and environmental friendliness of light culture. *Agricultural Machines and Technologies*. 2019;13(3):11–17. (In Russ.).

14. Semenova N. A., Grishin A. A., Dorokhov A. A. Analytical review of climatic chambers for growing vegetable crops. *Bulletin of NGIEI*. 2020;1(104):5–15. (In Russ.).

15. Subbotin I. A. Energy-ecological assessment of the use of various generating sources in agriculture. *Engineering Technologies and Systems*. 2019;29(3):366–382. (In Russ.).

16. Chernov Ivanov V. I., Ezhevsky A. A., Fedorenko V. F. World trends in machine and technological support for intelligent agriculture. Moscow, 2012. 284 p. (In Russ.).

17. Shogenov Yu. Kh., Romanovsky Yu. M., Izmailov A. Yu., Mironova E. A. Plant responses to local electromagnetic radiation in a wide range of wavelengths. *Technology and Equipment for Rural Areas*. 2018;(2):27–30. EDN: YTUYPPY. (In Russ.).

18. Akdemir B., Ulger P., Arin S. Mechanized panting and harvesting of onions. *Agric. Mech. Asia*. 1993;(24):23–26.

19. Dorokhov A., Ponomarev A., Zernov V., et al. The results of laboratory studies of the device for evaluating the suitability of potato tubers for mechanized harvesting. *Applied Sciences* (Switzerland). 2022;12(4).

20. Khamaletdinov R., Martynov V., Mudarisov S. et al. Substantiation of rational parameters of the root crop separator with a rotating inner separation surface. *Journal of Agricultural Engineering*. 2020;51(1):15–20.

Статья поступила в редакцию 8.10.2023; одобрена после рецензирования 7.11.2023; принята к публикации 12.11.2023.

The article was submitted 8.10.2023; approved after reviewing 7.11.2023; accepted for publication 12.11.2023.

