

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АПК / FARM MACHINERY AND TECHNOLOGIES

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL PAPER

УДК 635.21:631.17

DOI: 10.26897/2687-1149-2020-2-4-9

КАРТОФЕЛЕКОПАТЕЛЬ С КАЛИБРАТОРОМ В ОРГАНИЧЕСКОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

СТАРОВОЙТОВА ОКСАНА АНАТОЛЬЕВНА, канд. с.-х. наук¹

E-mail: agronir2@mail.ru

СТАРОВОЙТОВ ВИКТОР ИВАНОВИЧ, докт. техн. наук¹

E-mail: agronir1@mail.ru

МАНОХИНА АЛЕКСАНДРА АНАТОЛЬЕВНА, докт. с.-х. наук²

E-mail: alexman80@list.ru

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха (ФГБНУ ВНИИКХ); 140051, Российская Федерация, Московская область, Люберецкий район, п. Красково, ул. Лорха, д. 23, литер В.

² Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49.

Картофель является важным пищевым продуктом, и спрос по данным FAO ООН на него растёт. Большую товарную ценность имеет ранняя продукция. С целью снижения повреждаемости выкапываемых при уборке клубней, и особенно крупных, при прямом вывозе раннего картофеля с поля потребителю или в торговую сеть, авторами предложено усовершенствовать картофелекопатель. Экспериментальная машина, проходя по гряде, образует два параллельно уложенных рядка, в одном из которых – клубни крупной фракции. Закладка полевого опыта, учёт и наблюдения проведены в соответствии с требованиями методики полевого опыта и «Методики исследований по культуре картофеля». Проведена сравнительная оценка экспериментального картофелекопателя с КТН-2В по повреждению клубней картофеля сорта Жуковский ранний, чистоте вороха и производительности подбора клубней. Сравнительные испытания экспериментального копателя показали, что картофелекопатель, выполняющий операции калибровки и уборки, соответствует агротехническим требованиям по чистоте вороха и по повреждениям клубней на разных типах почв. Усовершенствованный картофелекопатель позволяет увеличить производительность подбора на 20...30%, снизить повреждаемость клубней на 25...30% и упрощает технологию прямой поставки картофеля с поля потребителю.

Ключевые слова: картофель, клубни крупной фракции, уборка, картофелекопатель.

Формат цитирования: Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Манохина А.А. Картофелекопатель с калибратором в органическом земледелии // Агроинженерия. 2020. № 2(96). С. 4-9. DOI: 10.26897/2687-1149-2020-2-4-9.

USE OF POTATO DIGGER WITH CALIBRATOR IN ORGANIC FARMING

OKSANA A. STAROVOITOVA, PhD (Ag)¹

E-mail: agronir2@mail.ru

VIKTOR I. STAROVOITOV, DSc (Eng)¹

E-mail: agronir1@mail.ru

ALEKSANDRA A. MANOKHINA, DSc (Ag)²

E-mail: alexman80@list.ru

¹ Lorch Potato Research Institute; 140051, Russian Federation, Moscow region, Lyubertsy district, Kraskovo, Lorkh Str., 23, liter V.

² Russian Timiryazev State Agrarian University; 127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49.

Potato is an important food product, and there is a growing demand for it, according to the UN FAO statistics. Modern potato varieties are evaluated for at least 40 economically valuable characteristics in the process of selection and seed production. It is early products that are of great commercial value. In order to reduce the damage caused to tubers during harvesting, and especially that of the large ones, when directly exporting potatoes from the field to the consumers or to the retail network, the authors propose to improve the design of a potato digger. The experimental potato digger, while passing along the ridge, forms two parallel stacked rows: one of them having tubers of a large fraction. Field experience tab, records and observations were made in accordance with the field experiment methodology requirements and the "Potato Research Methodology". The authors made a comparative

assessment of an experimental potato digger with KTN-2B by damage caused to potato tubers of the Zhukovsky Early variety, heap purity and tuber selection productivity. Comparative tests of the experimental digger have shown that a potato digger performing calibration and harvesting operations complies with agrotechnical requirements for the heap purity and tuber damage on different soil types. The use of the improved potato digger leads to an increase in the selection performance by 20...30% and reduced damage to tubers by 25...30% and simplifies the technology of direct delivering potatoes from the field to the consumer.

Key words: potatoes, tubers of large fraction, harvesting, potato digger.

For citation: Starovoitova O.A., Starovoitov V.I., Manokhina A.A. Use of potato digger with calibrator in organic farming. *Agricultural Engineering*, 2020; 2 (96): 4-9. (In Rus.). DOI: 10.26897/2687-1149-2020-2-4-9.

Введение. Клубни картофеля являются важным пищевым продуктом, и спрос по данным FAO ООН на него растёт. При этом возрастает спрос на органическую продукцию [1-3]. С каждым годом изменяются требования к потребительским и столовым качествам продовольственного картофеля и структуре целевого использования клубней [4]. Технология машинного производства картофеля включает в себя сорта, технологические приёмы и технические средства [5-7]. В связи с тем, что получение органической продукции связано со значительными ограничениями по технологическим воздействиям (исключение использования минеральных удобрений и химических средств защиты) [8], более рационально и менее рискованно возделывать органический картофель на небольших площадях [9].

О рентабельности посадок картофеля в грядках говорится в работах многих авторов: В.В. Бурлака [10], Н.А. Дорожкина, З.А. Дмитриевой [11], А.И. Замотаева, А.Н. Филиппова, В.М. Лубенцова [12], В.И. Старовойтова [13], З.П. Котовой [14] и др. В грядках значительно снижается, а зачастую полностью исключается озеленение клубней и появление чечевичек при переувлажнении, повреждение клубневых гнезд картофеля колесами тракторов, дольше удерживается оптимальный температурно-влажностный режим почвы, увеличивается количество клубней в гнезде и их масса. При широкорядной технологии удлиняется период ухода за растениями и значительно снижается засорённость посадок и поражение растений фитофторозом. Урожайность картофеля при широкорядной технологии возделывания возрастает на 10...26% по сравнению с гребневой посадкой [15].

Обычно применяют два способа уборки:

- уборка комбайнами с бункером-накопителем (комбайн бункерного типа) с периодической выгрузкой клубней в транспортные средства или с выгрузным конвейером (комбайн элеваторного типа), который подаёт выкопанные клубни в транспорт, следующий рядом с комбайном;

- подкапывание клубней картофелекопателем, укладка их на почву гряды, подбор клубней вручную [5].

Клубни раннего картофеля легко получают механические повреждения даже при относительно небольших статических и динамических нагрузках, из-за этого его убирают преимущественно копателями [5]. Механические повреждения клубней ухудшают товарные качества картофеля, что приводит к значительным потерям урожая при хранении. Одной из важных технических задач является качественная уборка ранней продукции и крупных клубней.

Технология уборки раннего картофеля предусматривает прямой вывоз картофеля с поля потребителю или в торговую сеть. Для решения этой задачи необходима соответствующая техника [6, 7, 16, 17].

Сорта картофеля обладают различной устойчивостью к механическим воздействиям. «Провяливание»

на воздухе (выдержка на почве в течение 1-2 часов перед подбором вручную) свежескопанных клубней позволяет сделать их более устойчивыми к механическим воздействиям, улучшить товарный вид. Одним из важных преимуществ подбора и погрузки клубней после провяливания является возможность поставки убранных картофеля в торговую сеть. При этом важным является размер клубней. С целью исключения дополнительной операции по сортировке клубней в поле предложен копатель, который калибрует клубни в процессе уборки на две фракции.

Авторами предлагается технология уборки органической продукции, позволяющая получать урожай с низким уровнем повреждений, включающая возделывание на грядках, выкапывание специальным копателем с калибратором, технологический промежуток 1-1,5 часа между выкапыванием клубней и подбором, поставку потребителю картофеля с поля.

Цель исследований – провести сравнительную оценку экспериментальной машины на разных почвах и в разных условиях подбора клубней по основным показателям: повреждению клубней, чистоте вороха и производительности подбора клубней.

Условия проведения исследований. Исследования выполнены в 2014-2017 гг. во ВНИИКХ на базе Коренево (Люберецкий район Московской области), сорт картофеля Жуковский ранний. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднеокультуренная, супесчаная (Апах: содержание гумуса по методу Тюрина (ГОСТ 26213-91) – 1,99%; подвижный фосфор по Кирсанову (ГОСТ 26207-91) – 380...653 мг/кг; обменный калий по Кирсанову (ГОСТ 26207-91) – 125...223 мг/кг). В СПК «Элитный картофель» на суглинистых почвах выращивали картофель в грядках (150 см).

Методика. Полевые испытания проводились в соответствии с требованиями методики полевого опыта (Доспехов Б.А., 1985) и «Методики исследований по культуре картофеля» (НИИКХ, 1967).

Предлагаемый картофелекопатель для уборки клубней имеет особенность: сепарирующие рабочие органы выполнены как сочетание основного пруткового сепарирующего элеватора с колеблющимся грохотом-сепаратором (рис.). Под грохотом установлены прутковые лотки с бортами, у которых можно регулировать угол скатывания почвенных комков и клубней. При этом дополнительно установлены скатные щитки-отражатели под грохотом-сепаратором и за ним с противоположных сторон от лотков. Скатные щитки-отражатели можно закрепить под разными углами наклона [18]. Технологический процесс работы картофелекопателя осуществляется следующим образом: копатель, двигаясь вдоль убираемых рядков, подкапывает лемехом клубненосный пласт и передаёт на прутковый элеватор 2. Перемещаемая элеватором почва просеивается между его прутками, а оставшиеся комки почвы и клубни поступают

на грохот-сепаратор 3. При этом клубни мелкой фракции при прохождении грохота-сепаратора 3 просыпаются между его прутками, затем лотками направляются на отсепанную почву с правой стороны ширины захвата грохота-сепаратора. Вторая половина клубней мелкой фракции падает на прутковый лоток сепаратора 3 с левой половины, затем на прутковые лотки 4 и 5 и скатные щитки 6 и 7, установленные под грохотом-сепаратором 3, и скатывается по его наклонным пруткам вниз. При случайном изменении

траектории падения мелкие клубни отражаются скатным щитком 7 и падают в общую массу с мелкими клубнями. Клубни крупной фракции после прохождения по грохоту-сепаратору 3 падают на почву с левой стороны на половину ширины захвата. Крупные клубни, оказавшиеся на правой половине сепарирующего грохота 3, падают на прутковый лоток 5 и направляются в зону падения клубней крупной фракции. Скатный щиток 6 ограничивает разбрасывание крупных клубней [18].

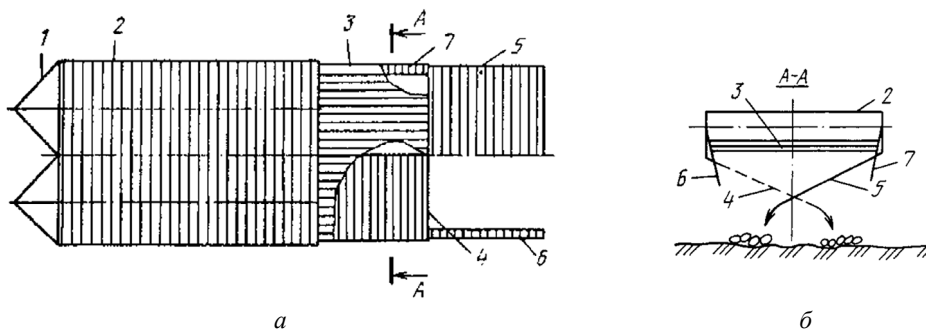


Рис. Схема машины для уборки корнеклубнеплодов:

а – вид сверху; б – вид сзади по А-А;

- 1 – подкапывающий лемех; 2 – прутковый сепарирующий элеватор; 3 – грохот-сепаратор; 4 – прутковый лоток с бортами; 5 – прутковый лоток с бортами для улавливания крупной фракции клубней; 6 – скатные щитки; 7 – скатные щитки для ограничения разбрасывания мелкой фракции [15]

Fig. Scheme of the machine for harvesting root crops:

a – top view; b – back view along AA section;

- 1 – a digging share; 2 – a bar separating elevator; 3 – a screen separator; 4 – a bar tray with sides; 5 – a rod tray with sides for catching large-size tubers; 6 – pitched flaps; 7 – pitched flaps limiting the spread of small-size tubers [15]

Результаты и обсуждение. Машину для уборки клубней картофеля можно представить как многомерную динамическую систему со многими входными и выходными переменными. Входные параметры зависят от условий работы уборочной машины, которые в свою очередь зависят от агрофизических свойств убираемой культуры, технологии возделывания, типа и состояния почвы и других факторов [19, 20]. При этом наряду с вполне определёнными внешними факторами, влияние которых на выходные параметры оценивается детерминистическими методами, определенное влияние на конечные показатели машин оказывают случайные факторы. Для анализа и синтеза таких систем применимы комбинированные (механико-статистические) методы, основанные на совместном использовании аналитических (механико-математических)

и вероятностно-статистических методов. В основе вероятностно-статистических методов исследования процесса уборки картофеля лежит построение математических моделей, имитирующих функционирование реальных объектов. Чтобы разработать математическую модель технологического процесса картофелеуборочной машины для уборки картофеля была составлена её структурная схема функционирования. Вектор-функция Y представляет совокупность качественных показателей технологического процесса: $Q_k(t)$ – масса картофеля; $Q_n(t)$ – масса почвенных примесей; $Q_p(t)$ – масса растительных остатков, $n(t)$ – повреждение клубней; $n_k(t)$ – потери клубней (табл. 1). Посредством управляющего воздействия параметры технологического процесса на выходе должны соответствовать агротехническим требованиям для суглинистых и супесчаных почв.

Таблица 1

Параметры, определяющие совокупность качественных показателей технологического процесса (вектор-функция Y)

Table 1

Parameters that determine the set of qualitative indicators of the technological process (vector-function Y)

Параметр Parameter	Величина для супесчаных почв Values for sandy soils	Параметр Parameter	Величина для суглинистых почв Values for loamy soils
$Q_k(t) \rightarrow \geq$	97%Q	$Q_k(t) \rightarrow \max \geq$	93%Q
$Q_n(t) \rightarrow \min \leq$	7%Q	$Q_n(t) \rightarrow \min \leq$	7%Q
$Q_p(t) \rightarrow \min \leq$	0,2%Q	$Q_p(t) \rightarrow \min \leq$	0,2%Q
$n(t) \rightarrow \min \leq$	5%Q	$n(t) \rightarrow \min \leq$	10%Q
$n_k(t) \rightarrow \min \leq$	3%Q	$n_k(t) \rightarrow \min \leq$	3%Q

Сравнительные испытания экспериментального копателя

Table 2

Comparative tests of the experimental digger

Повреждения клубней, % <i>Damage caused to tubers, %</i>	Чистота вороха, % <i>Heap purity, %</i>	Производительность подбора клубней, кг/смена <i>Tuber selection productivity, kg/shift</i>
Подбор клубней сразу после выкапывания: почвы супесчаные <i>Selection of tubers immediately after digging: sandy loam soils</i>		
3,8...4,5	94,2...96,8	875...910
Подбор клубней через 1 час после выкапывания: почвы супесчаные <i>Tuber selection in one hour after digging: sandy loam soils</i>		
2,1...3,6	97,2...99,4	1100...1150
Подбор клубней сразу после выкапывания: почвы суглинистые <i>Tuber selection immediately after digging: loamy soils</i>		
5,3...6,8	86,2...92,8	697...736
Подбор клубней через 1 час после выкапывания: почвы суглинистые <i>Tuber selection in one hour after digging: loamy soils</i>		
3,4...4,2	88,6...94,5	770...860

После прохода картофелекопателя за машиной образуются два параллельно уложенных ряда с клубнями крупной и мелкой фракций. Результаты исследований по чистоте вороха и по повреждениям клубней на разных типах почв представлены в таблице 2.

Применение предложенного способа уборки позволяет при подборе клубней вручную повысить производительность подбора на разных типах почв по сравнению с нормативным показателем (700 кг/смена) на 20...30%.

Библиографический список

1. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А. Влияние сочетания высокоточного внесения минеральных удобрений и регуляторов роста на урожайность и качество клубней картофеля // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2014. № 2 (62). С. 38-41.

2. Rasyid B. Collaboration of liquid bio-ameliorant and compost effect to crop yield and decreasing of inorganic fertilizer utilization for sustainable agriculture. 1-st International Conference on Food Security And Sustainable Agriculture In The Tropics (ICFSSAT): IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2018. V. 157. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/157/1/012001>.

3. Rogach V.V., Rogach T.I. Influence of synthetic growth stimulators on morphological and physiological characteristics and biological productivity of potato culture. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, ecology*. 2015. 23(2), 221-224. DOI:10.15421/011532.

4. Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Жевора С.В. и др. Сортовые ресурсы картофеля для возделывания в регионах России – 2018. М.: ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК». 2018. 172 с.

5. Шпаар Д., Быкин А., Дрегер Д., Захаренко А., Иванюк В., Каленская С., Кюрцингер В., Кюрцингер Б., Постников А., Шитикова А.В., Шкаликов В., Шуманы П., Шербakov В., Ястер К., Эльмер Ф. Картофель. Выращивание, уборка, хранение. М., 2016. 458 с.

Выводы

1. Для снижения повреждаемости крупных клубней раннего картофеля в процессе уборки, предусматривающей прямой вывоз картофеля с поля потребителю или в торговую сеть, целесообразно использовать картофелекопатель с калибровкой.

2. Предлагаемая технология с калиброванием клубней в процессе уборки позволяет увеличить производительность подбора на 20...30% и снизить повреждаемость клубней на 25...30%.

References

1. Starovoytov V.I., Starovoytova O.A., Manokhina A.A. Vliyanie sochetaniya vysokotochnogo vneseniya mineral'nykh udobreniy i regulyatorov rosta na urozhaynost' i kachestvo klubney kartofelya [Effect of the combination of high-precision application of mineral fertilizers and growth regulators on the yield and quality of potato tubers]. *Vestnik of Moscow Goryachkin Agroengineering University*, 2014; 2 (62): 38-41. (In Rus.)

2. Rasyid B. Collaboration of liquid bio-ameliorant and compost effect to crop yield and decreasing of inorganic fertilizer utilization for sustainable agriculture. 1-st International Conference on Food Security And Sustainable Agriculture In The Tropics (ICFSSAT): IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2018. V. 157. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/157/1/012001>.

3. Rogach V.V., Rogach T.I. Influence of synthetic growth stimulators on morphological and physiological characteristics and biological productivity of potato culture. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, ecology*, 2015; 23(2): 221-224. DOI:10.15421/011532.

4. Simakov Ye.A., Anisimov B.V., Zhevora S.V. i dr. Sortovyye resursy kartofelya dlya vozdelvaniya v regionakh Rossii – 2018 [Potato varietal resources for cultivation in the regions of Russia – 2018]. Moscow, ООО «Redaktsiya zhurnala «Dostizheniya nauki i tekhniki APK», 2018: 172. (In Rus.)

5. Shpaar D., Bykin A., Dreger D., Zakharenko A., Ivanyuk V., Kalenskaya S., Kyurtsinger V., Kyurtsinger B., Postnikov A., Shitikova A.V., Shkalikov V., Shumany P., Sherbakov V., Yaster K.,

6. Колчин Н.Н., Пономарёв А.Г., Зернов В.Н. Технологии и технические средства для картофелеводства: выращивание, уборка, обработка, хранение // Состояние и перспективы развития продовольственной системы России (на примере картофельного комплекса); общ. ред. О.В. Лищенко, И.А. Щеглов, В.В. Лищенко. М.: Экономика, 2016. С. 260-284.
7. Wei Z., Li H., Sun C., (...), Su G., Liu W. Design and Experiment of Potato Combined Harvester Based on Multi-stage Separation Technology. [基于多段分离工艺的马铃薯联合收获机设计与试验]. *Nongye Jixie Xuebao / Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*. 2019. 50(9). С. 129-140 and 112.
8. Измайлов А.Ю., Рожин В.Ф., Шилова Е.П., Иванов М.В., Кынев Д.Н. Обоснование уборочно-транспортных процессов в селекционных технологиях // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12. № 1. С. 4-9. DOI: 10.22314/2073-7599-2018-12-1-4-9
9. Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Манокхина А.А., Воронов Н.В. Приёмы органического земледелия в картофелеводстве. В сб.: Сборник статей по итогам II Межд. научн.-практ. конференции «Горячкинские чтения», посвященной 150-летию со дня рождения академика В.П. Горячкина. 2019. С. 222-227.
10. Бурлака В.В. Картофельводство Сибири и Дальнего Востока. М.: Колос, 1978. С. 111-114.
11. Дорожкин Н.А., Дмитриева З.А., Валуев В.В. Прогрессивная технология возделывания картофеля: Гл. 4, 5. Л.: Колос. 1976. С. 87-137.
12. Замотаев А.И., Филиппов А.Н., Лубенцов В.М. Основные направления совершенствования технологии возделывания картофеля // Технология производства и качество картофеля: Научные труды НИИКХ. М., 1985. С. 3-8.
13. Туболев С.С., Колчин Н.Н., Пшеченков К.А., Старовойтов В.И., Верещагин Н.И., Шеломенцев С.И. Развитие машинных технологий производства картофеля в России // Достижения науки и техники АПК. 2007. № 7. С. 28-31.
14. Котова З.П. На севере рентабельны посадки с широкими междурядьями // Картофель и овощи. 2008. № 2. С. 12.
15. Павлова О.А. Влияние агротехнических приёмов на урожайность и качество картофеля при возделывании на грядах: дис. ... канд. сельхоз. наук: 06.01.09, 05.20.01 / Павлова Оксана Анатольевна. М., 2006. 131 с.
16. Wei Z., Li H., Su G., (...), Liu W., Li X. Design and Experiment of Potato Harvester Using Double Cushions for Low Laying Separation Technology. [低位铺放双重缓冲马铃薯收获机设计与试验] // *Nongye Jixie Xuebao / Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*. 2019. 50(9). С. 140-152.
17. Schneider F., Part F., Göbel C., (...), Kraus G.F., Ritter G. A methodological approach for the on-site quantification of food losses in primary production: Austrian and German case studies using the example of potato harvest. *Waste Management*. 2019. 86. С. 106-113. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.01.020.
18. Машина для уборки корнеклубнеплодов: Патент № 2001127724 РФ / В.И. Старовойтов, Н.А. Сизов, А.В. Попов, О.А. Павлова, В.М. Алакин, Н.Н. Чернецов, Р.А. Суровцев, В.И. Черников; ООО «АГРОНИР»; заявл. 15.10.2001; опубл. 27.07.2003. 8 с.
19. Starovoytova O.A., Starovoytov V.I., Manokhina A.A. The study of physical and mechanical parameters El'mer F. Kartoffel'. *Vyrashchivaniye, uborka, khraneniye [Potato Growing, harvesting, storage]*. Moscow, 2016: 458. (In Rus.)
6. Kolchin N.N., Ponomarov A.G., Zernov V.N. Tekhnologii i tekhnicheskiye sredstva dlya kartofelevodstva: vyrashchivaniye, uborka, obrabotka, khraneniye [Technologies and technical means for potato growing: cultivation, harvesting, processing, storage]. *Sostoyaniye i perspektivy razvitiya prodovol'stvennoy sistemy Rossii (na primere kartofel'nogo kompleksa)*; ed. by O.V. Lishchenko, I.A. Sheglov, V.V. Lishchenko. Moscow, Ekonomika, 2016: 260-284. (In Rus.)
7. Wei Z., Li H., Sun C., (...), Su G., Liu W. Design and Experiment of Potato Combined Harvester Based on Multi-stage Separation Technology [基于多段分离工艺的马铃薯联合收获机设计与试验]. *Nongye Jixie Xuebao / Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*. 2019. 50(9). S. 129-140 and 112.
8. Izmaylov A.Yu., Rozhin V.F., Shilova Ye.P., Ivanov M.V., Kynev D.N. Obosnovaniye uborochno-transportnykh protsessov v selektsionnykh tekhnologiyakh [Determination of harvesting and transport processes in breeding technologies]. *Sel'skokhozyaystvenniye mashiny i tekhnologii*, 2018; 12(1): 4-9. DOI: 10.22314/2073-7599-2018-12-1-4-9 (In Rus.)
9. Starovoytova O.A., Starovoytov V.I., Manokhina A.A., Voronov N.V. Priyomy organicheskogo zemledeliya v kartofelevodstve [Methods of organic farming used in potato growing]. *Sbornik statey po itogam II Mezhd. nauchn.-prakt. konferentsii "Goryachkinskiye chteniya", posvyashchennoy 150-letiyu so dnya rozhdeniya akademika V.P. Goryachkina*, 2019: 222-227. (In Rus.)
10. Burlaka V.V. Kartoffelevodstvo Sibiri i Dal'nego Vostoka [Potato growing in Siberia and the Far East]. Moscow, Kolos, 1978: 111-114. (In Rus.)
11. Dorozhkin N.A., Dmitriyeva Z.A., Valuyev V.V. Progressivnaya tekhnologiya vozdelvaniya kartofelya [Advanced technology of potato cultivation]: Chapter 4, 5. L.: Kolos, 1976: 87-137. (In Rus.)
12. Zamotayev A.I., Filippov A.N., Lubentsov V.M. Osnovnyye napravleniya sovershenstvovaniya tekhnologii vozdelvaniya kartofelya [Main ways of improving the potato cultivation technology]. *Tekhnologiya proizvodstva i kachestvo kartofelya. Nauchnyye trudy NIKKH*. Moscow, 1985: 3-8. (In Rus.)
13. Tubolev S.S., Kolchin N.N., Pshechenkov K.A., Starovoytov V.I., Vereshchagin N.I., Shelomentsev S.I. Razvitiye mashinnykh tekhnologiy proizvodstva kartofelya v Rossii [Development of machine technology for potato growing in Russia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2007; 7: 28-31. (In Rus.)
14. Kotova Z.P. Na severe rentabel'ny posadki s shirokimi mezhdur'yad'yami [Planting with wide inter-row spacing is cost-effective in the north]. *Kartofel' i ovoshchi*, 2008; 2: 12. (In Rus.)
15. Pavlova O.A. Vliyaniye agrotekhnicheskikh priyomov na urozhaynost' i kachestvo kartofelya pri vozdelvani na gryadakh [Influence of agricultural practices on the yield and quality of potatoes when cultivated according to the ridge technique]: PhD (Ag) thesis: 06.01.09, 05.20.01 / Pavlova Oksana Anatol'yevna. Moscow, 2006: 131. (In Rus.)
16. Wei Z., Li H., Su G., (...), Liu W., Li X. Design and Experiment of Potato Harvester Using Double Cushions for Low Laying Separation Technology [低位铺放双重缓冲马铃薯收获机设计与试验]. *Nongye Jixie Xuebao. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*. 2019. 50(9). S. 140-152.
17. Schneider F., Part F., Göbel C., (...), Kraus G.F., Ritter G. A methodological approach for the on-site quantification

of the soil in the cultivation of tubers. *Journal of Physics: Conference Series International Conference on Applied Physics, Power and Material Science*. 2019. С. 012083. DOI: 10.1088/1742-6596/1172/1/012083.

20. Ларюшин А.М. Энергосберегающие технологии и технические средства для уборки лука: дис. ... докт. техн. наук: 05.20.01 / Ларюшин Андрей Михайлович. Пенза, 2010. 426 с.

Критерии авторства

Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Манохина А.А. выполнили теоретические исследования, на их основании провели эксперимент. Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Манохина А.А. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила 23.01.2020

Опубликована 27.04.2020

of food losses in primary production: Austrian and German case studies using the example of potato harvest. *Waste Management*. 2019. 86. S. 106-113. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.01.020.

18. Starovoytov V.I., Sizov N.A., Popov A.V., Pavlova O.A., Alakin V.M., Chernetsov N.N., Surovtsev R.A., Chernikov V.I. Mashina dlya uborki korneklubneplodov [Machine for harvesting root crops]: Patent No. 2001127724 RF, 2003. (In Rus.)

19. Starovoitova O.A., Starovoitov V.I., Manokhina A.A. The study of physical and mechanical parameters of the soil in the cultivation of tubers. *Journal of Physics: Conference Series International Conference on Applied Physics, Power and Material Science*. 2019. S. 012083. DOI: 10.1088/1742-6596/1172/1/012083.

20. Laryushin A.M. Energoberegayushchie tekhnologii i tekhnicheskie sredstva dlya uborki luka: dis. ... dokt. tekhn. nauk: 05.20.01. Penza, 2010: 426.

Contribution

O.A. Starovoitova, V.I. Starovoitov, A.A. Manokhina carried out the experimental work, summarized the material based on the experimental results, and wrote the manuscript. O.A. Starovoitova, V.I. Starovoitov, A.A. Manokhina 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 January 23, 2020

Published 27.04.2020

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АПК / FARM MACHINERY AND TECHNOLOGIES

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL PAPER

УДК 631.316.022 (470.331)

DOI: 10.26897/2687-1149-2020-2-9-16

STUDY OF SEEDBED PREPARATION WITH ROD-TYPE SOIL COMPACTION ROLLER

NIKOLAY V. ALDOSHIN, DSc (Eng), Professor¹

E-mail: naldoshin@yandex.ru

ALEKSANDR S. VASILIEV, PhD (Ag), Associate Professor²

E-mail: vasilvtgsha@mail.ru

ANDREI V. KUDRYAVTSEV, PhD (Eng), Associate Professor²

E-mail: akud@tvgscha.ru

VYACHESLAV V. GOLUBEV, DSc (Eng), Associate Professor²

E-mail: slavasddg@mail.ru

ALEKSEI YU. ALIPICHEV, PhD (Ed), Associate Professor¹

E-mail: al_new2003@mail.ru

¹ Russian Timiryazev State Agrarian University; 127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49.

² Tver State Agricultural Academy; 170904, Russian Federation, Tver, Marshala Vasilevskogo Str., 7.

A prerequisite for high-quality cultivation of field crops is pre-sowing leveling of the soil surface and creating an optimal soil structure. However, insufficient attention is paid to analytical studies of the influence of working surfaces of tillage machines during seedbed preparation for small-seed crops, in particular. The purpose of this work is to study the impact model of the soil