
ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ И ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЕННЫХ ПРИМЕСЕЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ КОРМОВЫХ КОРНЕПЛОДОВ

**Владислав Викторович Карпов¹
Вячеслав Анатольевич Гулевский²**

¹Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко

²Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Использование в рационах сельскохозяйственных животных корнеплодов и зеленых кормов способствует увеличению продукции животноводства и снижению ее себестоимости. Исследование факторов, влияющих на работу существующих машин для очистки корнеплодов, необходимо для создания новых, более эффективных устройств для механической (безводной) очистки и отделения корнеплодов от примесей в хранилищах, в кормоприготовительных цехах, на животноводческих фермах. Разработан гофрощеточный очиститель для механической очистки от свободных и связанных с поверхностями кормовых корнеплодов примесей перед скармливанием сельскохозяйственным животным. Целью проведения эксперимента является исследование качества поверхностной очистки кормовых корнеплодов рабочими органами гофрощеточного очистителя, определение влияния начальной загрязненности и влажности почвенных примесей на эффективность очистки. Влияние начальной загрязненности и влажности почвы определяли при оптимальных значениях кинематических и конструктивных параметров гофрощеточного очистителя. Проведенные опыты показали, что возрастание исходной загрязненности свеклы ведет к увеличению эффективности очистки. Повышенная начальная загрязненность свободными примесями до 20...30% не оказывает существенного влияния на качество работы гофрощеточного очистителя корнеплодов. Мелкие и средние твердые примеси, растительные остатки, солома при проведении всех опытов отделялись полностью. Эффективность очистки корнеплодов кормовой свеклы в среднем составила 85...87%, а остаточная загрязненность не превышала 1%. Эффективность очистки корнеплодов сахарной свеклы в среднем составила 80...82,5%, при средних значениях остаточной загрязненности 2,81%, что соответствует зоотехническим требованиям к подготовке корнеплодов к скармливанию сельскохозяйственным животным. Установлено также, что с увеличением влажности связанной почвы с 10 до 30% эффективность очистки снижается с 78 до 56%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: загрязненность, влажность, почвенные примеси, эффективность очистки, кормовые корнеплоды, гофрощеточный очиститель кормовых корнеплодов.

THE INFLUENCE OF MUDDINESS AND HUMIDITY OF SOIL IMPURITIES ON THE EFFICIENCY OF CLEANING OF FEEDING ROOT CROPS

**Vladislav V. Karpov¹
Vyacheslav A. Gulevsky²**

¹Luhansk Taras Shevchenko National University

²Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The use of root crops and green fodder in livestock rations promotes an increase in livestock production and a reduction in its cost. An investigation of the factors influencing the operation of existing machines for root crop cleaning is necessary to create new and more efficient devices for mechanical (anhydrous) cleaning and separation of root crops from impurities in root crop storages, feed preparation shops and livestock farms. The authors have developed a corrugated brush cleaner for mechanical cleaning of free and surface-bound impurities of root crops before feeding them to agricultural animals. The objective of the experiment is to investigate the quality of surface cleaning of feeding root crops by the working bodies of the corrugated brush cleaner and determine the influence of initial contamination and water content of soil impurities on the efficiency of cleaning the feeding root crops. The influence of the initial contamination and water content in the soil was determined at the optimum values of kinematic and structural parameters of the corrugated brush cleaner. The experiments show that an increase in the initial contamination of beets leads to an increase in the efficiency of cleaning. An increased initial contamination with free impurities of up to 20-30% has no significant influence on the performance quality of the corrugated brush cleaner of feeding root crops. Small and medium-sized solid

impurities, plant residues and straw were completely separated during all the experiments. The average efficiency of cleaning of feeding beet roots was 85-87%, and the residual contamination did not exceed 1%. The average efficiency of cleaning of sugar beet roots was 80-82.5% with an average residual contamination of 2.81%, which corresponds to the zootechnical requirements for the preparation of root crops for feeding to agricultural animals. It has also been established that an increase in water content in the bound soil from 10 to 30% reduced the efficiency of cleaning from 78 to 56%.

KEY WORDS: contamination, humidity, soil impurities, cleaning efficiency, feeding root crops, corrugated brush cleaner for feeding root crops.

Введение

В настоящее время одним из путей увеличения продукции животноводства с одновременным снижением ее себестоимости является рациональное использование в рационах сельскохозяйственных животных корнеплодов и зеленых кормов, которые имеют высокую кормовую ценность и большую урожайность [2, 6]. Однако эффективность их использования во многом определяется качеством подготовки кормовых корнеплодов к скармливанию. Исследования показали, что использование не очищенных от почвы кормовых корнеплодов ведет к заболеваниям животных и снижению продуктивности скота [8-10]. Анализ использования существующих машин для гидромеханической очистки кормовых корнеплодов в технологических линиях подготовки их к скармливанию сельскохозяйственным животным свидетельствует о том, что эффективность их работы зависит от большого количества разнообразных факторов. Учет данных факторов весьма важен при создании новых, более эффективных устройств для механической (безводной) очистки и отделения корнеплодов от примесей на этапах их уборки, хранения или непосредственно в кормоцехах, на животноводческих фермах.

Методика эксперимента

Кормовые корнеплоды, поступающие в обработку на животноводческие фермы, в технологические линии кормоцехов или на мобильные кормоприготовительные агрегаты, всегда загрязнены землей, песком, разными посторонними примесями и представляют собой неоднородную массу в виде вороха [1, 2, 6, 8-10]. Они могут подаваться непосредственно с поля в период уборки или из мест хранения (бурты, траншеи, бетонные ямы, хранилища).

Наиболее трудноотделимыми считаются связанные с поверхностями корнеплодов налипшие почвенные отдельности. Авторами разработан гофрощеточный очиститель для механической очистки от свободных и связанных с поверхностями кормовых корнеплодов примесей перед скармливанием сельскохозяйственным животным (рис. 1) [3-5, 7].

Целью проведенных исследований является анализ качества поверхностной очистки кормовых корнеплодов рабочими органами гофрощеточного очистителя.

Достижение поставленной цели предопределило решение следующих задач:

- экспериментальным путем определить влияние степени начальной загрязненности и влажности почвенных примесей на эффективность очистки кормовых корнеплодов перед их дальнейшим использованием;
- построить график зависимости эффективности очистки кормовой и сахарной свеклы от начальной загрязненности общей и связанной почвой, а также влажности связанной почвы при оптимальных параметрах очистителя [5].

Результаты и их обсуждение

Основная трудность отделения связанной почвы состоит в том, что она находится не только на поверхности корнеплодов в виде местных скоплений, но и заполняет канавки, углубления, микротрещины и междорешковое пространство. Очистка от этих примесей рабочими органами гофрощеточного очистителя (рис. 1) сводится прежде всего к преодолению сил сцепления почвенных отдельностей с поверхностями корнеплодов, а затем их разделению и удалению.

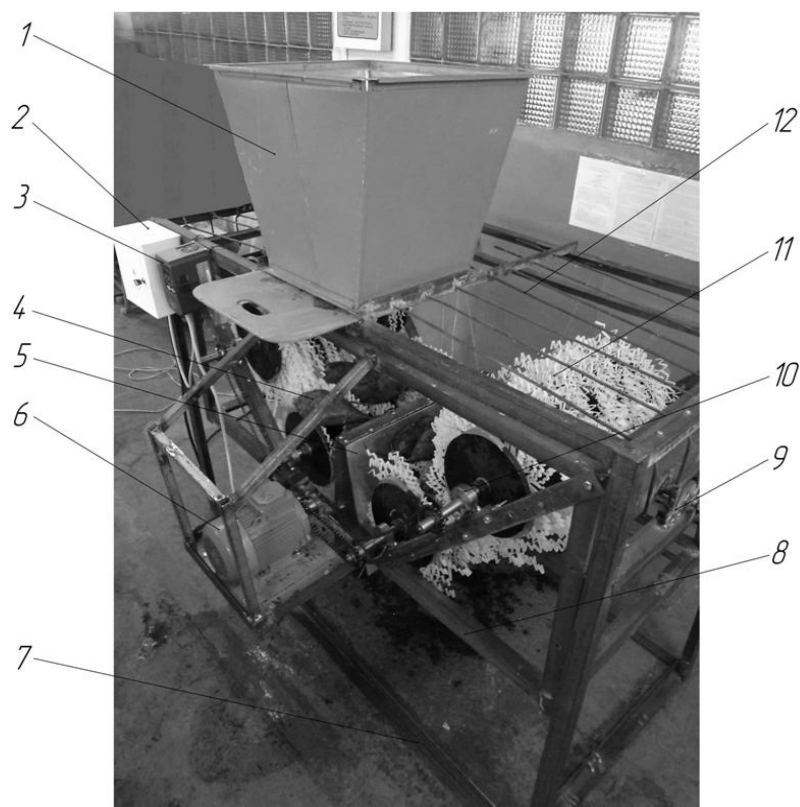


Рис. 1. Общий вид гофрощеточного очистителя кормовых корнеплодов:
 1 – загрузочный бункер; 2 – пульт управления; 3 – инвертор векторного управления марки CNE 100-2R2G-4; 4 – очищаемые корнеплоды; 5 – направляющая заслонка;
 6 – механизм привода барабанов; 7 – неподвижная рама; 8 – подвижная рама;
 9 – механизм наклона подвижной рамы; 10 – гофрощеточные барабаны;
 11 – криволинейный щеточный ворс; 12 – отражатели

Экспериментальные исследования гофрощеточного очистителя предусматривают, в частности, определение механико-технологических свойств кормовых корнеплодов с примесями, а также исследование влияния начальной загрязненности примесями и их влажности на эффективность очистки.

С учетом того, что при испытаниях очистителя средняя загрязненность связанной почвой для корнеплодов кормовой и сахарной свеклы значительно отличалась как по опытам, так и по отдельным корнеплодам, нами был проведен анализ зависимости эффективности очистки E от начальной загрязненности $\delta_{н.з.}$. Влияние начальной загрязненности $\delta_{н.з.}$ и влажности почвы W определяли при оптимальных значениях кинематических и конструктивных параметров гофрощеточного очистителя кормовых корнеплодов.

Опыты проводились в лаборатории сепарации сыпучих материалов Луганского национального университета имени Тараса Шевченко. При исследованиях использовались корнеплоды кормовой свеклы сорта Экендорфский желтый и корнеплоды сахарной свеклы сорта Юбилейный после ручной уборки урожая. Выкопанные вручную корнеплоды кормовой свеклы общей массой 250...300 кг взвешивались с точностью до ± 20 г на весах РП-50 Ш13П-1 и доставлялись к месту проведения опытов. Время между выкапыванием корнеплодов и проведением опытов не превышало 1 часа. Для каждого опыта брали 15...25 корнеплодов свеклы (навеска массой 30...40 кг). В данную навеску отбирались наиболее грязные корнеплоды: их загрязненность связанной почвой составляла 8...12% (рис. 2).



Рис. 2. Характер распределения налипших примесей на корнеплодах кормовой свеклы сорта Эккендорфский желтый (а) и сорта Юбилейный (б)

При проведении опытов отбирались пробы связанной с корнеплодами почвы для определения ее влажности. Пробы примесей на влажность отбирали в четырехкратной повторности для каждой серии опытов. Причем вначале опыты проводились с корнеплодами, имеющими наибольшую влажность связанной почвы, в последующем на очистку поступали навески корнеплодов, все более и более подсохших на открытом воздухе при постоянном их переворачивании вручную.

При проведении экспериментов навески корнеплодов загружались внутрь очистителя при установившемся режиме его работы, одновременно фиксировалось время опыта. В загрузочный бункер добавлялись также свободная почва в количестве 10...15% к массе корнеплодов и солоmistые примеси в количестве до 3%. Экспериментальная установка настраивалась на режим работы в соответствии с планом эксперимента. Контроль частоты вращения барабанов осуществлялся с помощью инвертора векторного управления марки СНЕ 100-2R2G-4 с пределами измерения 1...36 000 об/мин и погрешностью $\pm 0,1$ об/мин.

При определении влажности почву, отделенную с поверхности корнеплода, помещали в алюминиевый стаканчик и взвешивали вместе с ним на технических весах с точностью до $\pm 0,001$ г. Затем стаканчик помещался в сушильный шкаф и при $t = 105^\circ\text{C}$ выдерживался в течение 5 часов. После высушивания стаканчик охлаждался и взвешивался. Взвешиванием устанавливалась масса чистого и абсолютно сухого стаканчика. Влажность почвы определялась по формуле

$$W = \frac{m_B - m_C}{m_C - m_B} \cdot 100\% ,$$

где m_B , m_C и m_B – соответственно масса пробы со стаканчиком (бюксой) до сушки, после сушки и масса абсолютно сухой бюксы, г.

Проведенные опыты показали, что возрастание исходной загрязненности свеклы ведет к увеличению эффективности очистки (рис. 3). Это объясняется тем, что в первую очередь удаляется почва, имеющая меньшую прочность связи с поверхностями корнеплодов и находящаяся вне канавок, трещин и межкорешкового пространства.

Загрязнения, находящиеся в неровностях и трещинах, при механической (безводной) очистке трудноотделимы. Поскольку при более высокой начальной загрязненности увеличивается в основном количество легкоотделяемой свободной и связанной почвы, то эффективность очистки также будет возрастать. Повышенная начальная за-

грязненность свободными примесями до 20...30% не оказывает существенного влияния на качество работы гофрощеточного очистителя корнеплодов. Мелкие и средние твердые примеси, растительные остатки, солома при проведении всех опытов отделялись полностью.

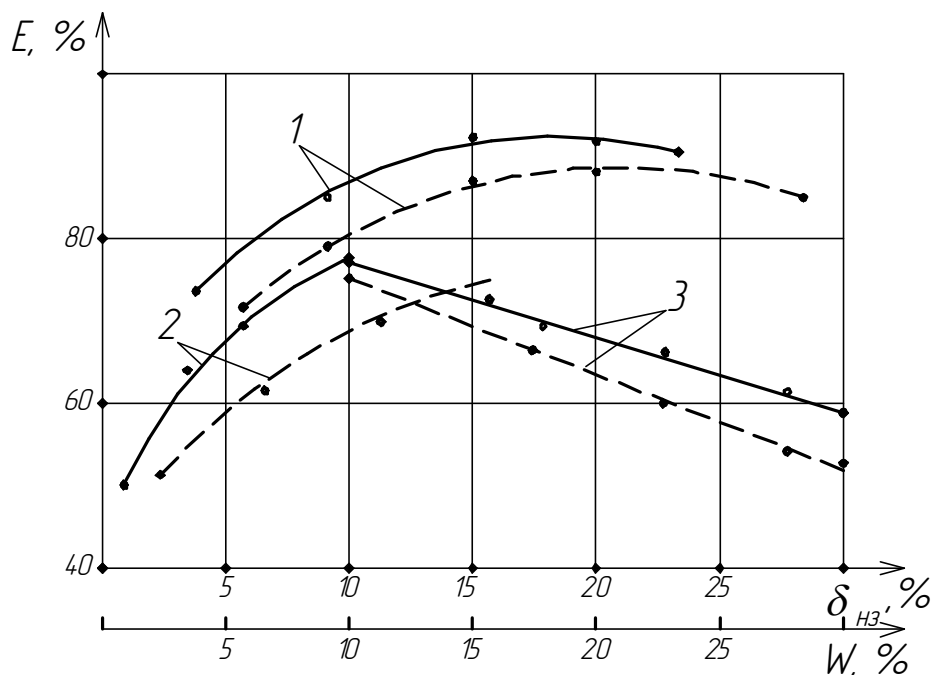


Рис. 3. Зависимость эффективности очистки (E) кормовой (—) и сахарной (---) свеклы от начальной загрязненности $\delta_{н.з}$ общей (1), связанной почвой (2) и влажности W связанной почвы (3) при оптимальных параметрах очистителя

При изучении влияния начальной загрязненности влажность примесей составила для сахарной свеклы 3...30%, кормовой свеклы – 10...18%, загрязненность корнеплодов связанной почвой – соответственно 2,5...15,0% и 1,2...10,0%. Общая загрязненность составила для сахарной свеклы 6,5...28,8%, для кормовой свеклы – 4,8...23,5% к общей массе корнеплодов.

Эффективность очистки корнеплодов кормовой свеклы в среднем составила 85...87%, а остаточная загрязненность не превышала 1%. Эффективность очистки корнеплодов сахарной свеклы в среднем составила 80,0...82,5%, при средних значениях остаточной загрязненности 2,81%, что соответствует зоотехническим требованиям к подготовке корнеклубнеплодов к скармливанию сельскохозяйственным животным.

Опытами по определению влияния влажности W налипших примесей на эффективность очистки E корнеплодов установлено, что с увеличением влажности связанной почвы с 10 до 30% эффективность очистки снижалась с 78 до 56%. Это обусловлено тем, что при увеличении влажности почвенные отдельности обволакиваются водной пленкой, способствующей увеличению сцепления почвы с поверхностями корнеплодов. По данным А.В. Дервиша [7], почвенная влага начинает выполнять функцию смазки при влажности земли 32...35%. При поступлении корнеплодов из хранилища на обработку влажность связанной с ними почвы не превышает 30% [8, с. 102]. Поэтому опыты проводились при изменении влажности связанной почвы в указанных пределах (до 30%).

Выводы

1. Анализ зависимости эффективности очистки кормовой и сахарной свеклы от начальной загрязненности показывает, что возрастание исходной загрязненности свеклы ведет к увеличению эффективности очистки.

2. С увеличением влажности связанной почвы с 10 до 30% эффективность очистки снижается с 78 до 56%, что объясняется увеличением сцепления почвенных отделимых с поверхностями корнеплодов.

3. Эффективность очистки корнеплодов кормовой свеклы рабочими органами гофрощеточного очистителя в среднем составила 85...87%, а остаточная загрязненность не превышала 1%. Эффективность очистки корнеплодов сахарной свеклы в среднем составила 80,0...82,5%, при средних значениях остаточной загрязненности 2,81%, что соответствует зоотехническим требованиям к подготовке кормовых корнеплодов к скормливанию сельскохозяйственным животным.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 54782-2011. Машины кормоуборочные. Методы испытаний. – Введ. 2012–03–01. – Москва : Стандартинформ, 2012. – 49 с.
2. Иванов Ю. Механизация и технология животноводства. Лабораторный практикум : учеб. пособие / Ю. Иванов, Р. Филонов, Д. Мурусидзе. – Москва : Инфра-М, 2016. – 208 с.
3. Карпов В.В. Математическая модель движения корнеплода по ротационному гофрощеточному рабочему органу / В.В. Карпов // Вестник аграрной науки Дона. – 2017. – № 1. – С. 42-49.
4. Карпов В.В. Методика определения коэффициентов трения скольжения кормовых корнеплодов / В.В. Карпов // Аграрная наука : научный сб. Государственного аграрного университета Молдовы. – Кишинев : ГАУМ, Республика Молдова, 2014. – № 1. – С. 67-71.
5. Карпов В.В. Оптимизация основных параметров гофрощеточного очистителя кормовых корнеплодов / В.В. Карпов // Вестник аграрной науки Дона. – 2016. – № 4. – С. 11-17.
6. Кирсанов В. Механизация и технология животноводства / В. Кирсанов, Д. Мурусидзе, В. Некрашевич. – Москва : Инфра-М, 2013. – 590 с.
7. Сыроватка В.И. Методика расчета рабочих органов и выбора основных параметров барабано-щеточных очистителей корнеплодов / В.И. Сыроватка, А.В. Дервиш // Сб. науч. тр. ВИЭСХ. – Москва : ВИЭСХ, 1973. – Т. 34. – С. 130-162.
8. Федоренко И. Ресурсосберегающие технологии и оборудование в животноводстве / И. Федоренко, В. Садов. – Санкт-Петербург : Лань, 2012. – 304 с.
9. Фролов В. Машины и технологии в молочном животноводстве : учебник для вузов / В. Фролов, Д. Сысоев, С. Сидоренко. – Санкт-Петербург : Лань, 2017. – 308 с.
10. Чикалев А. Основы животноводства : учебник / А. Чикалев, Ю. Юлдашбаев. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 210 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ
Принадлежность к организации

Владислав Викторович Карпов – старший преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности, охраны труда и гражданской защиты ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко», Луганская Народная Республика, г. Луганск, тел. +38 095 443 31 43, E-mail: vip_belyy@mail.ru.

Вячеслав Анатольевич Гулевский – доктор технических наук, профессор кафедры математики и физики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-18-68, E-mail: main@srd.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 16.07.2017

Дата принятия к печати 28.08.2017

AUTHOR CREDENTIALS
Affiliations

Vladislav V. Karpov – Senior Lecturer, the Dept. of Health & Safety, Labor Protection and Civil Defense, Luhansk Taras Shevchenko National University, Peoples' Republic of Lugansk, Lugansk, tel. +38 095 443 31 43, E-mail: vip_belyy@mail.ru.

Vyacheslav A. Gulevsky – Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Mathematics and Physics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, tel. 8(473) 253-18-68, E-mail: main@srd.vsau.ru.

Date of receipt 16.07.2017

Date of admittance 28.08.2017