

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2023-39-120-125>

ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРЕДРЕАЛИЗАЦИОННОЙ ПОДГОТОВКИ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

Шаблыкин И.Н.

Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, Санкт-Петербург, Россия

Ключевые слова: клубень, картофель, предреализационная подготовка, комбинированный способ, отделение почвы, рациональный режим работы, степень очистки.

Аннотация. В ходе исследований была разработана математическая модель, описывающая зависимость степени очистки корнеклубнеплодов от скорости и температуры воздушного потока. Построенные графические зависимости иллюстрируют, при каких значениях параметров достигается максимальная степень очистки. Рациональные режимы работы экспериментальной установки, определенные на основе обобщенных данных, включают частоту вращения барабана, скорость воздушного потока и температуру воздуха. Эти режимы обеспечивают максимальную степень очистки в пределах заданных параметров. Настройка установки согласно оптимальным значениям параметров, таким как частота вращения барабана, температура воздушного потока и скорость воздушного потока, приводит к более высоким значениям степени очистки, достигая $\delta = 98 \%$.

JUSTIFICATION OF OPERATING MODES OF THE INSTALLATION FOR PRE-SALE PREPARATION OF POTATO TUBERS

Shablykin I.N.

*Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production
(IEEP) branch of FSAC VIM, Saint-Petersburg, Russia*

Keywords: tuber, potato, pre-sale preparation, combined method, soil separation, rational operating mode, cleaning efficiency.

Abstract. During the conducted research, a mathematical model describing the correlation between the cleaning efficiency of tuberous and root crops and the velocity and temperature of the air flow was developed. Graphical dependencies were constructed to visually depict the conditions under which the maximum cleaning efficiency is achieved. Rational operating modes for the experimental setup, determined based on consolidated data, encompass the drum rotation frequency, air flow velocity, and air temperature. These modes ensure the highest cleaning efficiency within specified parameters. Adjusting the setup according to optimal values of parameters such as drum rotation frequency, air temperature, and air flow velocity results in elevated cleaning efficiency, reaching $\delta = 98 \%$.

Введение

В небольших сельскохозяйственных предприятиях, занимающихся выращиванием клубнеплодов, требуется доступное и универсальное оборудование, способное удовлетворять разнообразные потребности фермеров, включая технико-экономические и санитарно-экологические показатели. В хозяйствах, где осуществляется полный цикл производства клубнеплодов – от посадки до упаковки в потребительскую тару –

предварительной подготовкой клубнеплодов перед реализацией может служить либо мойка, либо сухая очистка специальными рабочими органами.

Процесс мойки клубнеплодов осуществляется с применением разнообразных машин, предназначенных для удаления почвенных частиц, песка и прочих примесей. В идеальных условиях расход чистой пресной воды при этом колеблется от 1 до 3 м³ на 1 тонну обрабатываемого материала. Существуют мойки различных типов, такие как дисковые, шнековые, кулачковые и барабанные [1-4]. Для освобождения клубнеплодов от прилипшей почвы используют различные типы очистителей, такие как шнековые, транспортерные, барабанные, щеточные, центробежные, кулачковые, вибрационные, каскадные и барабанно-шнековые [5-7].

Несмотря на высокую эффективность отделения почвенных примесей, применение таких установок сопровождается недостатком в виде активного распространения почвенной пыли в местах работы, оказывая отрицательное воздействие на условия труда и окружающую среду.

Научные исследования, проведенные в Институте агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства, привели к разработке инновационной установки для предреализационной подготовки клубнеплодов с использованием комбинированного метода. Конструкция установки предусматривает эффективную фильтрацию воздуха, минимизируя выбросы частиц в окружающую среду. Это позволяет значительно сократить объемы используемой воды [8-10].

Учитывая вышеизложенное, исследования по определению оптимальных параметров и режимов работы установки для предреализационной подготовки клубнеплодов комбинированным способом представляют собой важную задачу. Цель настоящего исследования заключается в обосновании режимов работы данной установки при предреализационной подготовке картофеля.

Экспериментальные исследования работы установки, предназначенной для предреализационной подготовки клубнеплодов, проводились в контролируемых лабораторных условиях. Методы исследования включали в себя активный эксперимент, направленный на оценку воздействия изменения управляемых параметров на степень очистки корнеклубнеплодов комбинированным способом. Применённые методы анализа включали системный анализ, обобщение и анализ полученных экспериментальных данных. Общее число проведённых опытов составило 27, с учётом трёхкратной повторности в соответствии с установленной программой и методикой экспериментальных исследований. В ходе исследований производились измерения степени очистки, температуры воздуха в различных сегментах системы, вибрации при различных режимах функционирования установки, а также температуры клубнеплодов и производительности установки [11].

В результате анализа данных были выявлены закономерности, описывающие изменение уровня очистки корнеклубнеплодов в зависимости

от параметров частоты вращения барабана (n , об/мин), температуры (t , °C) и скорости воздушного потока (V , м/с).

Поверхность отклика, представленная на рисунке 1, отражает степень очистки клубнеплодов в зависимости от скорости потока воздуха и его температуры при установленной частоте вращения барабана $n = 15$ об/мин.

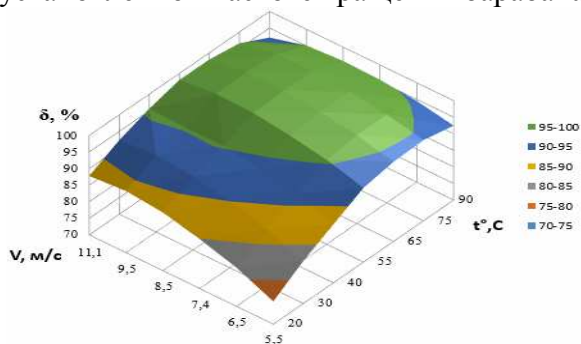


Рис. 1. Поверхность отклика зависимости степени очистки клубнеплодов от скорости потока воздуха и температуры при установленной частоте вращения барабана $n = 15$ оборотов в минуту

Выявлена систематика изменения степени очистки клубнеплодов в зависимости от параметров скорости и температуры воздушного потока:

$$\delta = 77,3427 + 1,00767 \times V + 0,146793 \times t, \quad (1)$$

где V – скорость воздушного потока, м/с;
 t – температура воздушного потока, °C.

При этом коэффициент корреляции составил $R = 0,75$ %, а коэффициент детерминации – $R^2 = 0,56$ %. Ошибка выборочного среднего значения в среднем равнялась $\mu = 3,6$ %.

На рисунке 2,а представлена визуальная зависимость степени очистки корнеклубнеплодов от скорости движения воздушного потока и на рисунке 2,б зависимость степени очистки картофеля от температуры воздушного потока.

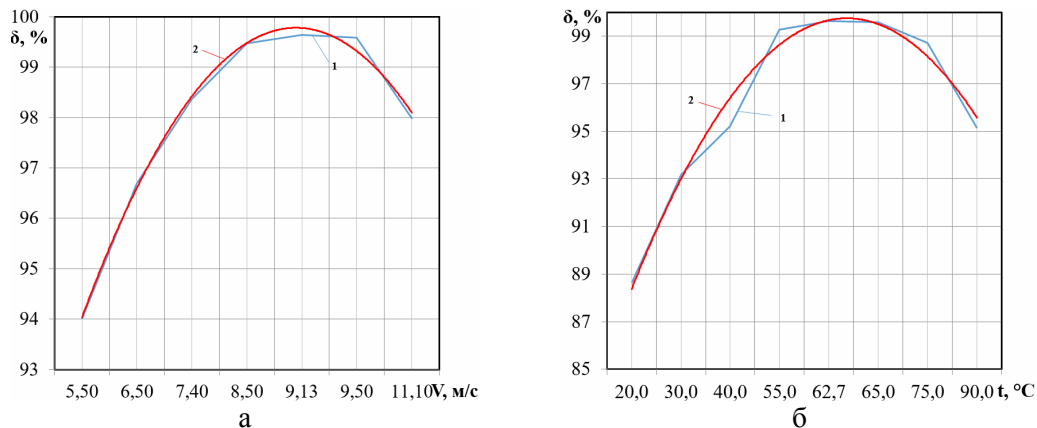


Рис. 2. Зависимость степени очистки корнеклубнеплодов от скорости движения воздушного потока (а) и от температуры воздушного потока (б):
 1 – экспериментальные данные; 2 – теоретическая зависимость

Обнаружена закономерность в изменении степени очистки картофеля в зависимости от скорости движения воздушного потока, которая представлена эмпирической функцией:

$$\delta = -0,425664803 \times V^2 + 7,774964299 \times V + 64,13405664. \quad (2)$$

Уравнение (2) соответствует частоте вращения барабана $n = 15 \text{ мин}^{-1}$ и температуре воздушного потока $t = 65 \text{ }^\circ\text{C}$.

При указанных значениях управляемых параметров, как показано на рисунках 1 и 2, максимальная степень очистки ($\delta = 99,64 \%$) достигается при определенной скорости воздушного потока, равной $V = 9,13 \text{ м/с}$.

Установлено, что эмпирическая зависимость (2) соблюдается в диапазоне скоростей воздушного потока $V = 5,50 - 11,1 \text{ м/с}$.

Обнаружена закономерность изменения степени очистки корнеклубнеплодов, в данном случае – картофеля, в зависимости от температуры воздушного потока, представленная эмпирической функцией:

$$\delta = -0,006028571 \times t^{\circ 2} + 0,755857143 \times t^{\circ} + 75,92428571. \quad (3)$$

Уравнение (3) соотносится с частотой вращения барабана $n = 15 \text{ мин}^{-1}$ и скоростью воздушного потока $V = 9,5 \text{ м/с}$. Максимальная степень очистки ($\delta = 99,62 \%$) достигается при определенной температуре воздушного потока, равной $t^{\circ} = 62,69 \text{ }^\circ\text{C}$.

Эмпирическая зависимость (3) считается справедливой в интервале изменения температуры воздушного потока $t^{\circ} = 20 - 90 \text{ }^\circ\text{C}$.

На основе обобщения экспериментальных данных были определены оптимальные режимы работы установки с учетом критерия $\delta \rightarrow \max$ при следующих значениях параметров: частота вращения барабана $n = 15 \text{ мин}^{-1}$, температура воздушного потока $t = 65 \text{ }^\circ\text{C}$, скорость воздушного потока $v = 9,13 \text{ м/с}$. После настройки соответствующих параметров степень очистки составит более высокие значения, $\delta = 98\%$.

В ходе проведенных исследований разработана математическая модель, которая описывает закономерность изменения степени очистки клубнеплодов в зависимости от скорости и температуры воздушного потока. Применение данной модели при фиксированных значениях температуры и скорости воздушного потока позволяет осуществить прогнозирование степени очистки корнеклубнеплодов.

На основе выработанной модели построены визуальные представления зависимости степени очистки корнеклубнеплодов, обеспечивающие наглядное представление о том, при каких конкретных значениях параметров температуры и скорости потока воздуха достигается наивысшая степень очистки.

Список литературы

1. Устроев А.А., Захаров А.М., Логинов Г.А. Технологическая линия мойки картофеля для фермерских хозяйств // Техника и оборудование для села. – 2016. – № 6. – С. 34-36.

2. Колчин Н.Н. Комплексы машин и оборудования для послеуборочной обработки картофеля и овощей. – Минск: Машиностроение, 1982. – 268 с.
3. Завражнов А.И. Механизация приготовления и хранения кормов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 336 с
4. Фомин И.М., Логинов Г.А., Захаров А.М. Технико-технологическая модернизация картофелеводства в товаропроизводящих хозяйствах Северо-Запада РФ // Сборник научных докладов ВИМ. – 2011. – Т. 1. – С. 95-103.
5. Орешин Е.Е., Захаров А.М. Эффективность использования блока сухой очистки при подготовке к реализации продовольственного картофеля // Молочнохозяйственный вестник. – 2012. – № 4 (8). – С. 45-51.
6. Логинов Г.А., Степанов А.Н., Орешин Е.Е., Захаров А.М. Результаты производственных испытаний машины для сухой очистки картофеля // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2012. – № 83. – С. 47-52.
7. Орешин Е.Е., Степанов А.Н., Захаров А.М. Повышение эффективности сухой очистки картофеля щёточными валами // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 31. – С. 214-220.
8. Джаббаров Н.И., Захаров А.М., Зыков А.В. Оценка эффективности применения аэродинамического способа для предреализационной обработки картофеля // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2018. – № 95. – С. 136-143.
9. Джаббаров Н.И., Захаров А.М. Методика экологической оценки аспирационно-водяной очистки воздуха при обработке картофеля аэродинамическим способом/ Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2017. – № 91. – С. 138-146.
10. Джаббаров Н.И., Захаров А.М., Шаблыкин И.Н. Рациональные режимы работы установки для предреализационной подготовки корнеклубнеплодов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2023. – № 66. – С. 38-43.
11. Джаббаров Н.И., Захаров А.М., Шаблыкин И.Н. Математическая модель и закономерности изменения производительности установки для предреализационной подготовки корнеплодов аэродинамическим способом // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 16, № 1(76). – С. 69-79.

References

1. Ustroevev A.A., Zakharov A.M., Loginov G.A. Technological line for potato washing in small farms. *Technique and Equipment for the Village*. 2016, no. 6, pp. 34-36.
2. Kolchin N.N. Machine complexes and equipment for post-harvest processing of potatoes and vegetables. – Minsk: Mechanical Engineering, 1982. – 268 p.
3. Zavrazhnov A.I. Mechanization of feed preparation and storage. – M.: Agropromizdat, 1990. – 336 p.
4. Fomin I.M., Loginov G.A., Zakharov A.M. Technological and technological modernization of potato farming in commodity-producing farms of the Northwest of the Russian Federation. *Collection of scientific reports of VIM*. 2011, vol. 1, pp. 95-103.
5. Oreshin E.E., Zakharov A.M. Efficiency of using a dry-cleaning unit in preparing food potatoes for sale. *Dairy Bulletin*. 2012, no. 4 (8), pp. 45-51.

6. Loginov G.A., Stepanov A.N., Oreshin E.E., Zakharov A.M. Results of production tests of a machine for dry cleaning of potatoes // Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products. 2012, no. 83, pp. 47-52.
7. Oreshin E.E., Stepanov A.N., Zakharov A.M. Increasing the efficiency of dry potato cleaning with brush rollers // Proceedings of the St. Petersburg State Agrarian University. 2013, no. 31, pp. 214-220.
8. Dzhabborov N.I., Zakharov A.M., Zykov A.V. Assessment of the efficiency of using an aerodynamic method for pre-sale processing of potatoes // Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products. 2018, no. 95, pp. 136-143.
9. Dzhabborov N.I., Zakharov A.M. Methodology for the environmental assessment of aspiration-water air cleaning during potato processing by the aerodynamic method // Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products. 2017, no. 91, pp. 138-146.
10. Dzhabborov N.I., Zakharov A.M., Shablykin I.N. Rational operating modes of the installation for pre-sale preparation of tuberous and root crops // News of the International Academy of Agricultural Education. 2023, no. 66, pp. 38-43.
11. Dzhabborov N.I., Zakharov A.M., Shablykin I.N. Mathematical model and regularities of changes in the performance of the installation for pre-sale preparation of root crops by the aerodynamic method // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. 2023, vol. 16, no. 1 (76), pp. 69-79.

Шаблыкин Илья Николаевич – младший научный сотрудник	Shablykin Ilya Nikolaevich – researcher
shablykin@list.ru	

Received 20.12.2023