

DOI 10.26886/2414-634X.9(36)2019.1

UDC 631.356.42

**THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES  
OF THE CLEANER HEAP ROOT CROPS**

**N. Dubchak, PhD of Technical Sciences,**

**M. Potapenko PhD of Technical Sciences**

Separated Subdivision of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine Berezany Agrotechnical Institute, Ukraine, Berezany

*The article describes the combined root pile cleaner, which consists of a horizontal conveyor and a screw conveyor mounted above it. A couple of rollers are located behind the screw conveyor. The technique of carrying out experimental researches of the process of moving the mock-up samples of root vegetables to the rollers through the gap between the auger and the working branch of the feed conveyor is described. The analysis of the regression equations characterizing the change in the number of passed root crops under the screw conveyor to the rollers from the basic parameters of the combined cleaner and dimensional characteristics of the roots.*

*Key words: auger, rollers, number of passed root crops, auger diameter, angular speed of auger rotation.*

*кандидат технічних наук, Дубчак Н. А.; кандидат технічних наук, Потапенко М. В., Результати експериментальних досліджень очисника вороху коренеплодів / Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут, Україна, Бережани*

*У статті наведено опис комбінованого очисника вороху коренеплодів, який складається із горизонтального транспортера та встановленого над ним гвинтового конвеєра. За гвинтовим*

конвеєром розміщено пару відминальних вальців. Описано методику проведення експериментальних досліджень процесу переміщення макетних зразків коренеплодів до відминальних вальців через зазор між шнеком і робочою гілкою подавального транспортера. Наведено аналіз рівнянь регресії, які характеризують зміну кількості пройдених коренеплодів під гвинтовим конвеєром до відминальних вальців від основних параметрів комбінованого очисника та розмірних характеристик коренеплодів.

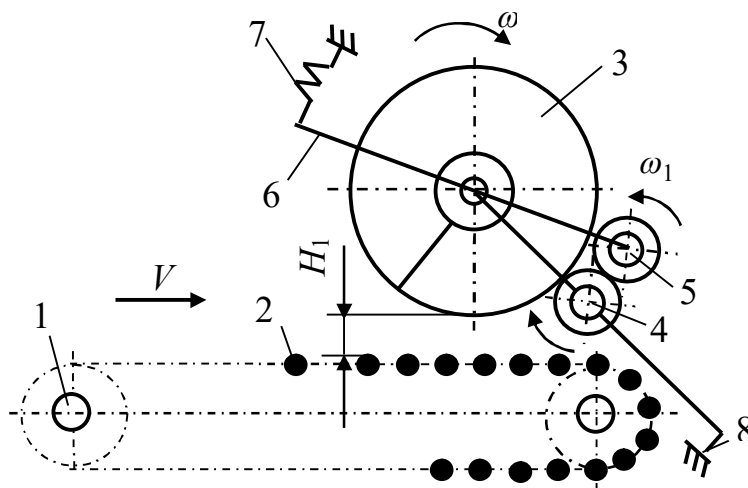
*Ключові слова:* шнек, відминальні вальці, кількість пройдених коренеплодів, діаметр шнека, кутова швидкість обертання шнека.

**Постановка проблеми.** Для забезпечення інтенсифікації технологічного процесу відокремлення вільних ґрунтових і рослинних домішок від коренеплодів кормових буряків та відокремлення методом відминання залишків гички з головок коренеплодів під час їх механізованого збирання було розроблено конструктивно-компонувальну схему комбінованого очисника вороху викопаних коренеплодів [1, с. 69-70; 2, с. 210].

Особливість технологічного процесу роботи запропонованого очисника вороху коренеплодів (рис. 1) полягає у тому, що одночасно з процесом відокремлення вільних ґрунтових і вільних рослинних домішок від коренеплодів, яка відбувається за рахунок часткового просіювання дрібних домішок через зазори між прутками 3 подавального транспортера 2 та подальшого транспортування не просіяних домішок через зазор  $H_1$ , який утворений між поверхнею робочої гілки транспортера 3 і шнеком 4 та через зазор, який утворений між поверхнею робочої гілки транспортера 3 і нижнім відминальним вальцем 6, відбувається технологічна операція відокремлення залишків гички з головок коренеплодів методом відминання вальцями

6, які обертаються назустріч один одному [3, с. 47-49, 4, 79-80].

Підвищення технологічної ефективності роботи коренезбиральних машин, яка полягає у подальшому зменшенні забрудненості вороху коренеплодів домішками є актуальним завданням. Ступінь відокремлення залишків гички з головок коренеплодів залежить у першу чергу від кількості коренеплодів, які будуть проходити під шнеком 4 через зазор  $H_1$  і у подальшому переміщуватися в робочу зону відминальних вальців 6.



**Рис. 1. Конструктивна схема комбінованого очисника вороху коренеплодів, вигляд збоку: 1 – подавальний транспортер; 2 – пруток; 3 – шнек; 4, 5 – відповідно, верхній і нижній відминальні вальці; 6 – важіль; 7 – пружина; 8 – упор**

За рахунок зустрічного обертання відминальних вальців 6 відбувається зтягування залишків гички між робочі поверхні вальців. Залишки гички стискаються робочими поверхнями вальців та в подальшому відриваються від головки коренеплодів за рахунок протягування стиснених залишків гички робочими поверхнями вальців.

**Формулювання мети статті та задач.** Метою проведення досліджень є обґрунтування конструктивно-кінематичних параметрів

робочих органів очисника на основі аналізу одержаних емпіричних закономірностей кількості пройдених коренеплодів під шнеком до відминальних вальців.

На основі аналізу публікацій [5, с. 112-114; 6, с. 132-135, 146, 164-166; 7, с. 61-63; 8, с. 93; 9, с. 17-19] встановлено, що питання, які відносяться до дослідження кількості пройдених коренеплодів до відминальних вальців під час технологічного процесу роботи очисника розкрито не в повному обсязі, тобто ґрунтовні дослідження даного напрямку відсутні. Тому проведення таких досліджень є пріоритетним напрямком у загальному контексті аналізу процесів роботи очисних пристроїв коренезбиральних машин.

Аналіз результатів отриманих експериментальних досліджень кількості пройдених коренеплодів до відминальних вальців дозволить оптимізувати раціональні конструктивно-кінематичні параметри робочих органів очисника, за значення яких кількість пройдених коренеплодів до відминальних вальців буде максимально можливою з одночасним врахуванням інших основних показників якості його роботи та в кінцевому випадку показників якості роботи коренезбиральної машини.

**Викладення основного матеріалу статті.** Ефективність технологічного процесу роботи комбінованого очисника вороху коренеплодів, окрім відокремлення вільних ґрунтових і рослинних домішок, також значно залежить від ступеня видалення та якості відминання залишків гички з головок коренеплодів кормових буряків. При цьому ступінь видалення залишків гички безпосередньо залежить від відповідної кількості пройдених коренеплодів  $K_n^{(i)}$  під шнеком 3 (рис. 1) через зазор  $H_1$  до відминальних вальців 4, 5 комбінованого очисника вороху.

Для проведення експериментальних досліджень було виготовлено

макетні дерев'яні зразки коренеплодів, діаметр яких становив  $d_k = 50; 100; 150; 200$  мм. Під час проведення експериментів було демонтовано з установки відминальні вальці 4, 5 (рис. 1). Кількість макетних зразків коренеплодів одного діаметра в кожному досліді становила: діаметром 50 і 100 мм – 20 штук, діаметром 150 і 200 мм – 10 штук, а під час проведення змішаних дослідів моделювання кількості коренеплодів було проведено в таких пропорціях: 50 мм – 5 штук; 100 мм – 7 штук; 150 мм – 6 штук; 200 мм – 2 штуки.

Під час проведення змішаних дослідів кількісну пропорційність діаметра коренеплодів у моделі визначали виходячи з урожайності та розмірно-масових характеристик кормових буряків [10, с. 299]. Переміщення макетних зразків коренеплодів до шнека 3 (рис. 1) здійснювалося транспортером 1.

Характеристику факторів та їх рівні варіювання наведено у табл. 1.

Таблиця 1

**Характеристика факторів та рівні їх варіювання**

Найменування фактора	Рівні варіювання фактора
Швидкість руху транспортера $V$ , м/с	1,2-1,8
Крок шнека $T$ , м	0,5-0,7
Зазор між шнеком і транспортером $H_1$ , м	0-0,1
Кутова швидкість шнека $\omega$ , рад/с	7,0-17,0

На першому етапі дослідження кількості пройдених коренеплодів  $K_n^{(i)}$  до відминальних вальців, провели відсіюючи експерименти для виявлення тих факторів, які суттєво не впливають на значення  $K_n^{(i)}$ , при цьому було встановлено, що діаметр гвинта  $D$  практично не вносить суттєвих змін на кількість пройдених коренеплодів  $K_n^{(i)}$ , коли висота витка шнека  $h$  більша за діаметр макетного зразка коренеплоду  $d_k$ , тобто  $D - d \geq d_k$ , де  $d$  – діаметр труби барабана шнека. Крім того

було встановлено, що зі збільшенням кількості заходів шнека  $z$  значення  $K_n^{(i)}$  пропорційно зменшується. Тому подальші експерименти проводили при  $D = 0,6$  м;  $h = 0,2$  м і  $z = 1$ .

Для визначення впливу основних факторів на кількість пройдених коренеплодів  $K_n^{(i)}$  до відминальних вальців провели планований 4-х факторний експеримент на двох рівнях варіювання факторами.

Кількість пройдених коренеплодів  $K_n^{(i)}$  до відминальних вальців, визначених експериментальним шляхом, знаходили у вигляді математичної моделі повного квадратного полінома:

$$K_n^{(50)} = -57,6 + 63,5V + 1,1H_1 + 10,2\omega - 11,6V^2 - 0,3VH_1 - 0,4\omega^2; \quad (1)$$

$$K_n^{(100)} = -1908 + 1742V + 0,9H_1 + 15,8\omega - 56,3V^2 + V\omega - 0,7\omega^2; \quad (2)$$

$$K_n^{(150)} = -91,6 + 100,3V + 0,5H_1 + 6,8\omega - 30,4V^2 - 0,3\omega^2; \quad (3)$$

$$K_n^{(200)} = -60,4 + 42V + 0,1H_1 + 7,4\omega - 12,2V^2 - 0,3\omega^2, \quad (4)$$

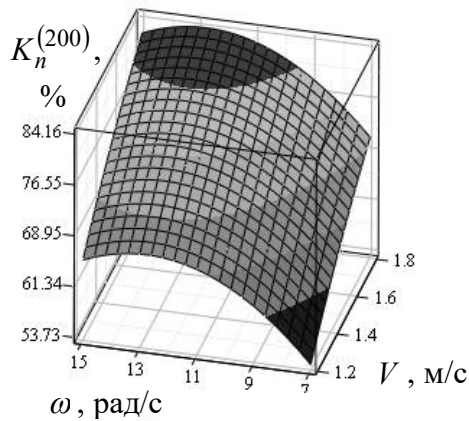
де  $K_n^{(50)}$ ,  $K_n^{(100)}$ ,  $K_n^{(150)}$ ,  $K_n^{(200)}$  – кількість пройдених коренеплодів діаметром, відповідно,  $d_k = 50, 100, 150$  і  $200$  мм до відминальних вальців, шт.

Мінливість функції оцінювали стандартним відхиленням, коефіцієнтом чисельної детермінації і кореляції. Адекватність моделі та значимість коефіцієнтів рівняння регресії встановлювали за  $F$ -критерієм Фішера та  $t$ -критерієм Ст'юдента.

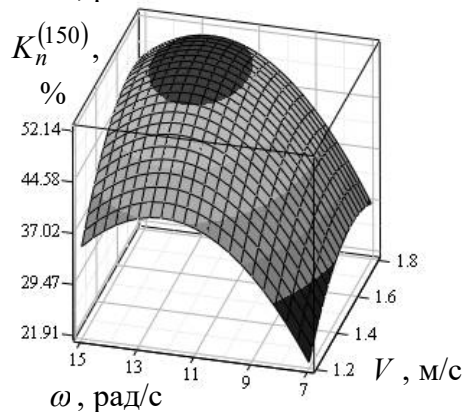
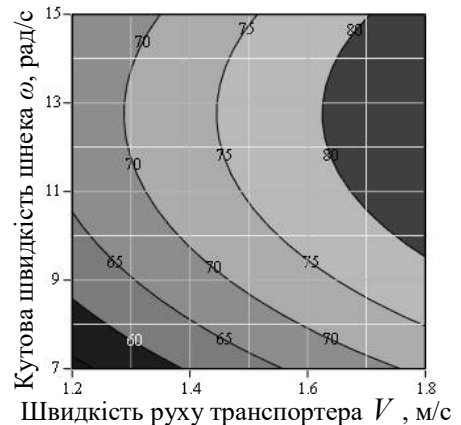
Аналіз рівнянь регресії (1)-(4) показує, що крок шнека  $T$  не пливає на значення кількості пройдених коренеплодів  $K_n^{(i)}$  до відминальних вальців за відсутністю у них фактора  $T$ , тобто коефіцієнти рівнянь регресії при факторі  $T$  після перевірки їх значимості були не суттєвими і ними знехтували.

Згідно з рівняннями регресії (1)-(4) побудовано поверхню відгуку та двомірний переріз поверхні відгуку (рис. 2, рис. 3) залежності зміни

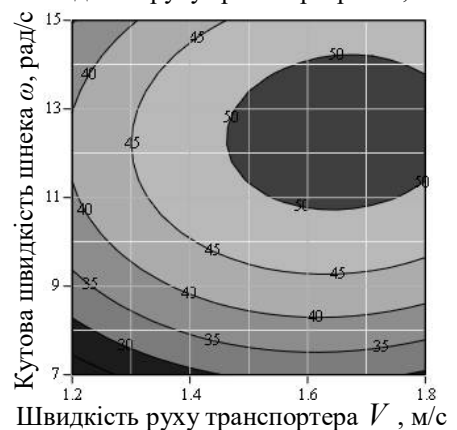
кількості пройдених коренеплодів  $K_n^{(i)}$  до відминальних вальців від швидкості руху транспортера  $1,2 \leq V \leq 1,8$  (м/с), кутової швидкості шнека  $7 \leq \omega \leq 15$  (рад/с) та значення радіального зазору  $0 \leq H_1 \leq 0,1$  (м).



а



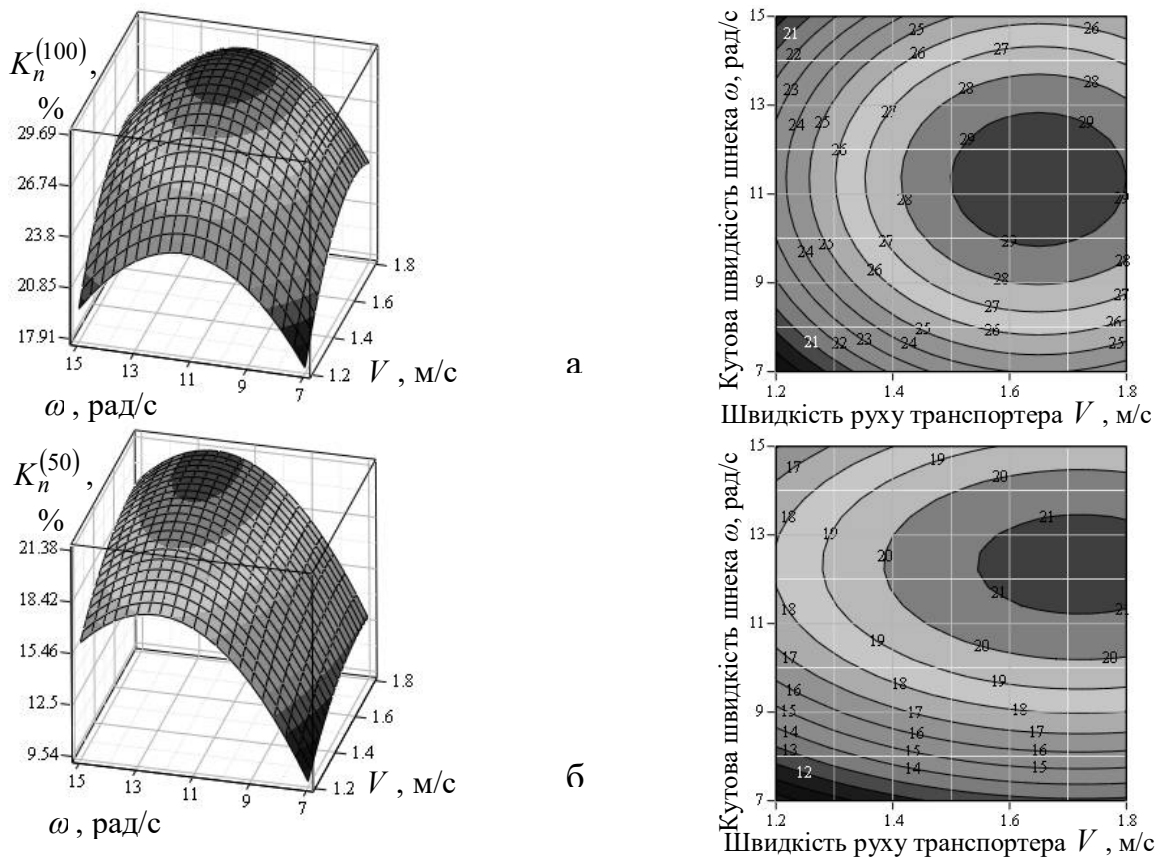
б



**Рис. 2. Залежність кількості пройдених коренеплодів від швидкості руху транспортера  $V$  та кутової швидкості шнека  $\omega$  при  $H_1 = 0,05$  м: а, б, в, г – відповідно, для  $d_k = 0,05; 0,1$  м**

На основі аналізу графічних залежностей (рис. 2, рис. 3) встановлено, що максимальне значення кількості пройдених коренеплодів  $K_n^{(i)} = \max$  до відминальних вальців становить: для коренеплодів діаметром  $d_k = 50$  мм – 84%; для  $d_k = 100$  мм – 52%; для  $d_k = 150$  мм – 30%;  $d_k = 200$  мм – 21%.





**Рис. 3. Залежність кількості пройдених коренеплодів від швидкості руху транспортера  $V$  та кутової швидкості шнека  $\omega$  при  $H_1 = 0,05$  м: а, б – відповідно, для  $d_k = 0,15; 0,2$  м**

Зміна  $K_n^{(i)}$  залежно від швидкості руху транспортера  $V$  та кутової швидкості шнека  $\omega$  має наступний характер: для коренеплодів  $d_k = 50$  мм: за збільшення  $V$  від 1,2 до 1,8 м/с та кутової швидкості шнека у межах  $7 \leq \omega \leq 13$  (рад/с) кількість пройдених коренеплодів  $K_n^{(50)}$  монотонно зростає (рис. 2а), а максимальне значення  $K_n^{(50)} = \max$  досягається за  $V = 1,8$  м/с та  $\omega \geq 10$  рад/с; для коренеплодів  $d_k = 100, 150$  і  $200$  мм: за збільшення швидкості руху транспортера у межах  $1,2 \leq V \leq 1,6$  (м/с) та кутової швидкості шнека у межах  $7 \leq \omega \leq 12$  (рад/с) кількість пройдених коренеплодів  $K_n^{(100)}$ ,  $K_n^{(150)}$ , і  $K_n^{(200)}$  до відмиральних



вальців монотонно зростає (рис. 2б, рис. 3а, б), а максимальне значення  $K_n^{(100)} = \max$ ,  $K_n^{(150)} = \max$  і  $K_n^{(200)} = \max$  для конкретизованого значення діаметра коренеплоду досягається, відповідно, за  $V \geq 1,5$  м/с та межі зміни частоти обертання шнека  $11 \leq \omega \leq 14$  рад/с (рис. 2б); за  $V \geq 1,5$  м/с та межі зміни частоти обертання  $10 \leq \omega \leq 13$  рад/с (рис. 3а); за  $V \geq 1,55$  м/с та межі зміни частоти обертання шнека  $11 \leq \omega \leq 13$  рад/с (рис. 3б).

Подальше збільшення швидкості руху транспортера  $V$  та кутової швидкості шнека  $\omega$  до максимальних значень призводить до зворотного характеру поведінки  $K_n^{(i)}$  – кількість пройдених коренеплодів до відминальних вальців значно зменшується.

У результаті регресійного аналізу рівнянь (1)-(4) було встановлено, що кількість пройдених коренеплодів до відминальних вальців приймає максимальне значення за швидкості руху транспортера  $V = 1,6$  м/с, кроку шнека  $T = 0,5$  м, кутової швидкості шнека  $\omega = 12,0$  рад/с радіального зазору  $H_1 = 0,1$  м.

**Висновки.** Отримані рівняння регресії (1)-(4) характеризують функціональну зміну кількості пройдених коренеплодів до відминальних вальців через зазор під шнеком залежно від основних конструктивно-кінематичних параметрів робочих органів комбінованого очисника вороху коренеплодів.

Застосування результатів дослідження дозволяє визначати та обґрунтовувати раціональні параметри очисника за яких ступінь відокремлення залишків гички з головок коренеплодів буде приймати максимальні значення.

### **Література:**

1. Барановський, В. М. (2006). *Основні етапи та загальні принципи сучасних тенденції розвитку коренезбиральних машин*. Вісник ТНТУ,

11 (2), 67-75.

2. Барановський, В. М., Соломка, В. О., Онищенко, В. Б. (2001). *Вибір параметрів при конструюванні гвинтового конвеєра*. Вісник ХДТУСГ, 8 (2), 209-215.
3. Войтюк, Д. Г., Виговський, А. Ю., Барановський, В. М., Теслюк, В. В. (2013). *Обґрунтування технологічного процесу і параметрів комбінованого очисника вороху кормових буряків*. К: Аграр Медіа Груп, 226.
4. Барановський, В. М., Дубчак, Н. А., Паньків, М. Р. (2007). *Аналіз процесу роботи доочисних пристроїв коренезбиральних машин*. Вісник ТДТУ, 12 (1), 76-81.
5. Барановський, В. М. (2008). *Результати теоретично-експериментальних досліджень секундної подачі вороху коренеплодів*. Механізація сільськогосподарського виробництва, 1, 111-120.
6. Погорельый, Л. В., Татьянако, М. В. (2004). *Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз*. К: Феникс, 232.
7. Pankiv, V. R., Tokarchuk, O. A. (2017). *Investigation of constructive geometrical and filling coefficients of combined grinding screw conveyor*. INMATEH–Agricultural engineering, 51, 1/2017, 59–68.
8. Барановський, В. М., Войтюк, Д. Г., Виговський, А. Ю. (2002). *Конструктивні та кінематичні параметри комбінованого очисника вороху коренеплодів*. Вісник ТДТУ, 7 (2), 90-94.
9. Nevko, R. B., Baranovsky, V. M., Dzyura, V. O., Klendii, O. M., Klendii, M. B., Romanovsky, R. M. (2018). *Justification of rational parameters of a pneumatic conveyor screw feeder*. INMATEH – Agricultural Engineering, 54, 1/2018, 15–24.
10. Рамш, В. Ю., Барановський, В. М., Паньків, М. Р., Герасимчук, Г. А. (2011). *Аналіз тенденцій розвитку робочих органів для сепарації вороху коренеплодів*. Наукові нотатки, 31, 298-305.

**References:**

1. Baranovsky, V. M. (2006). *Osnovni etapy ta zahalni pryntsypy suchasnykh tendentsii rozvytku korenezbyralnykh mashyn [The basic stages and general principles of the current trend of development of root machines]*. Visnyk TNTU [Bulletin of TNTU], 11 (2), 67-75.
2. Baranovsky, V. M., Solomka, V. O., Onyshchenko, V. B. (2001). *Vybir parametriv pry konstruiuvanni hvyntovoho konveiera [Choice of parameters when designing a screw conveyor]*. Visnyk KhDTUSH [CDTUSG Herald], 8 (2), 209-215. [in Ukrainian].
3. Voituk, D. G, Vygovsky, A. Yu., Baranovsky, V. M., Teslyuk, V. V. (2013). *Obhruntuvannia tekhnolohichnoho protsesu i parametriv kombinovanoho ochysnyka vorokhu kormovykh buriakiv [Substantiation of technological process and parameters of combined purifier of heap of fodder beet]*. K: Ahrar Media Hrup [K: Agrarian Media Group], 226. [in Ukrainian].
4. Baranovsky, V. M., Dubchak, N. A., Pankiv, M. R. (2007). *Analiz protsesu roboty doochysnykh prystroiv korenezbyralnykh mashyn [Analysis of the process of operation of the cleaning devices of root harvesting machines]*. Visnyk TDTU [Bulletin of TNTU], 12 (1), 76-81. [in Ukrainian].
5. Baranovsky, V. M. (2008). *Rezultaty teoretychno-eksperymentalnykh doslidzhen sekundnoi podachi vorokhu koreneplodiv [The results of theoretical and experimental studies of the second feeding of a heap of roots]*. Mekhanizatsiia silskohospodarskoho vyrobnytstva [Mechanization of agricultural production], 1, 111-120. [in Ukrainian].
6. Pogorely, L.V., Tatyanko M.V. (2004). *Sveklouborochnye mashyny: istorija, konstrukcija, teorija, prognoz [Beet harvesting machines: history, design, theory, forecast]*. K: Fenik [K: Phoenix], 232. [in Russian].
7. Pankiv, V. R., Tokarchuk, O. A. (2017). *Investigation of constructive geometrical and filling coefficients of combined grinding screw conveyor*. INMATEH–Agricultural engineering, 51, 1/2017, 59-68. [in English].

8. Baranovsky, V. M, Voituk, D. G, Vygovsky, A. Y. (2002). *Konstruktyvni ta kinematychni parametry kombinovanoho ochysnyka vorokhu koreneplodiv [Design and kinematic parameters of the combined root pile heap cleaner]*. Visnyk TDTU [Bulletin of TNTU], 7 (2), 90-94. [in Ukrainian].
9. Hevko, R. B., Baranovsky, V. M., Dzyura, V. O., Klendii, O. M., Klendii, M. B., Romanovsky, R. M. (2018). *Justification of rational parameters of a pneumoconveyor screw feeder*. INMATEH – Agricultural Engineering, 54, 1/2018, 15–24. [in English].
10. Ramsh, V. Yu., Baranovsky, V. M., Pankiv, M. R, Gerasymchuk, G. A (2011). *Analiz tendentsii rozvytku robochykh orhaniv dlia separatsii vorokhu koreneplodiv [Analysis of tendencies of development of working bodies for separation of heap of roots]*. Naukovi notatky [Scientific notes], 31, 298-305. [in Ukrainian].

Citation: N. Dubchak, M. Potapenko (2019). THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF THE CLEANER HEAP ROOT CROPS. Innovative Solutions in Modern Science. 9(36). doi: 10.26886/2414-634X.9(36)2019.1

---

Copyright: N. Dubchak, M. Potapenko ©. 2019. This is an openaccess article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.