

УДК: 631.361

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ
ПРОЦЕСУ ВІДМИНАННЯ ГИЧКИ ВІД КОРЕНЕПЛОДІВ**

Труханська О. О.

Вінницький національний аграрний університет

Барановський В. М., доктор технічних наук, доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,
Україна, Тернопіль

Наведено опис експериментальної установки та методику проведення експериментальних досліджень процесу відминання залишків гички від коренеплодів. Побудовано гістограму та полігон щільності розподілу випадкових величин довжини залишків гички на головках коренеплодів. Одержано диференційний закон ймовірної щільності розподілу довжини залишків гички після її відминання циліндричними вальцями. Одержано апроксимуючу лінійну залежність у вигляді рівняння регресії, яке характеризує зміну довжини залишків гички на головках коренеплодів залежно від діаметра та частоти обертання відминальних вальців.

Ключові слова: залишки гички, відминальні вальці, довжина залишків гички, діаметр вальців, частота обертання вальців, рівняння регресії, поверхня відгуку.

Труханская Е. А., Барановский В. Н. Экспериментальные исследования процесса отминания ботвы от корнеплодов / Винницкий национальный аграрный университет, Украина, г. Винница. Тернопольский национальный технический университет имени Ивана Пулюя, Украина, г. Тернополь.

Наведено описание экспериментальной установки и методику проведения экспериментальных исследований процесса отминания остатков ботвы от корнеплодов. Построено гистограмму и полигон плотности распределения

случайных величин длины остатков ботвы на головках корнеплодов. Получено дифференциальный закон вероятной плотности распределения длины остатков ботвы после её отминания цилиндрическими вальцами. Получено аппроксимирующую линейную зависимость, которая записана в виде уравнения регрессии, характеризующее изменение длины остатков ботвы на головках корнеплодов в зависимости от диаметра и частоты вращения отминаемых вальцев.

Ключевые слова: остатки ботвы, отминаемые вальцы, длина остатков ботвы, диаметр вальцев, частота вращения вальцев, поверхность отклика.

Trukhanska O. O., Baranovskiy V. M. Experimental researches of process of separation from the root crops haulm / Vinnytsia National Agrarian University, Ukraine, Vinnytsya. Ternopil National Technical University named Ivan Puluj, Ukraine, Ternopil. Describes of the experimental setting a technique and experimental conducting researches of the process of separation from the root crops haulm. Constructed a histogram and a polygon density of distribution of random variables length haulm balances on root crops heads. Obtained by differential law of probable length density haulm residues after separation by cylindrical rollers. Obtained by approximating a linear dependence, which is recorded by the regression equation, which characterizes the length changes in the balance haulm on the heads root crops, depending on a diameter and speed the separator rollers.

Key words: haulm residues, the separator rollers, the length of the remaining haulm, roller diameter, the frequency of rotation of the roller, the response surface.

Вступ.

Механізоване збирання коренеплодів цукрових і кормових буряків є однією з найбільш трудомістких і енергозатратних операцій в загальному контексті виробництва сільськогосподарських культур не тільки в Україні, але й у високо розвинутих державах світової спільноти.

Із врахуванням того, що Україна належить до аграрних держав Європи та світу, які мають необхідні потужності для виробництва стратегічних продуктів

харчування – цукру та продуктів харчування тваринного походження, вітчизняному машинобудуванню необхідно розробляти та цілеспрямовано впроваджувати в сільське господарство удосконалені коренезбиральні машини, функціональні та експлуатаційні показники яких би відповідали рівню найкращих світових аналогів [1, с. 4, 6].

Якість роботи існуючих очисників, які відокремлюють домішки від коренеплодів, не задовольняє встановлені показники згідно з агротехнічними вимогами до коренезбиральних машин у зв'язку з використанням недосконалих технологічних процесів і робочих органів для очищення вороху коренеплодів від домішок, котрі при цьому не відділяють залишки гички від головок коренеплодів, які становлять 5...10 % [2, с. 197] від маси зібраних коренеплодів, пошкоджують значну кількість коренеплодів (до 20...40 %) [3, с. 155].

Одним з шляхів підвищення показників якості технологічного процесу збирання коренеплодів, яке являє собою комплексну науково-технічну задачу, є пошук нових конструктивних схем очисних робочих органів і створених на їх базі удосконалених комбінованих очисних систем вороху коренеплодів і компонувальних схем коренезбиральних машин у цілому.

У зв'язку з цим розроблення нових технологічних процесів і робочих органів для очищення вороху коренеплодів від домішок і дослідження впливу параметрів і режимів роботи комбінованих очисних систем з метою підвищення показників якості роботи коренезбиральних машин є актуальним народногосподарським завданням.

Формулювання мети статті та завдань.

Метою досліджень є обґрунтування конструктивно-кінематичних параметрів робочих органів очисника на основі аналізу одержаного рівняння регресії, яке характеризує зміну довжини залишків гички після її відминання циліндричними вальцями від їх основних параметрів.

Основним завданням досліджень є розроблення апроксимуючої моделі у вигляді емпіричної залежності зміни довжини залишків гички.

Виклад основного матеріалу статті.

Ефективність технологічного процесу роботи удосконаленого нами комбінованого очисника вороху коренеплодів [4, с. 1-3], окрім відокремлення вільних ґрунтових і рослинних домішок, також значно залежить від ступеня видалення та якості відминання залишків стебел гички з головок коренеплодів.

Для встановлення емпіричної закономірності, яка характеризує залежність зміни довжини залишків стебел гички h_z на головках коренеплодів методом відминання циліндричними вальцями, провели лабораторні експериментальні дослідження з використанням лабораторної установки. Загальний вигляд лабораторної установки наведено на рис. 1.

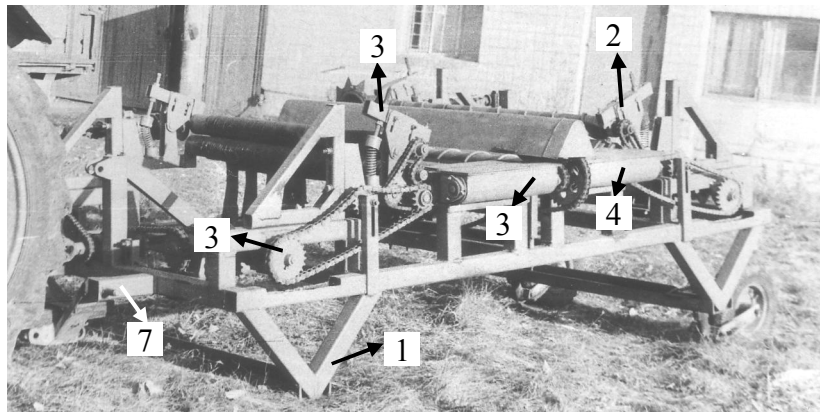


Рис. 1. Загальний вигляд лабораторної установки: 1 – рама; 2, 3 – права та ліва системи відминання гички; 4, 5 – редуктори приводу; 6 – привод редукторів; 7 – сниця

Лабораторна установка є поєднанням правої 1 (рис. 1) та лівої 2 систем відминання залишків гички, які встановлені на рамі 3. Привод двох систем відминання залишків гички відбувається, відповідно, від правого 4 та лівого 5 бокових конічних редукторів і ланцюгових передач 6. Установка за допомогою сніці 7 приєднується до причіпного крюка трактором МТЗ-80.

Викопані вручну коренеплоди кормових буряків напівгібридного сорту «Київський» з залишками гички на їх головках довжиною не менше 10 см доставляли до місця проведення експериментів. Проміжок часу між викопуванням і ручним зрізуванням основного масиву гички з головок коренеплодів складав не більше 30 хв.

Коренеплоди з залишками гички на їх головках завантажували вручну на

шнеки, які транспортують коренеплоди до відминальних вальців. Залишки гички за рахунок зустрічного напрямку обертання відминальних вальців зтягуються між робочі поверхні та в подальшому відминаються ними.

Частоту обертання відминальних вальців, які виготовлено у вигляді циліндричної гладенької форми та виконано прогумованими, змінювали за рахунок перестановки зірочки на приводному валу ланцюгової передачі, а діаметр відминальних вальців – за рахунок перестановки вальця відповідного діаметра в кронштейнах.

Для отримання рівняння регресії, яке характеризує зміну довжини залишків гички на головках коренеплодів h_z залежно від параметрів процесу, вибирали відповідний план трирівневого двофакторного експерименту, при цьому незалежними змінними факторами приймали: діаметр вальців d , який кодували індексом x_1 ; частоту обертання вальців n_1 , яку кодували індексом x_2 .

При побудові план-матриці експериментів вводили кодовані позначення верхнього, нижнього та нульового рівнів варіювання факторами, відповідно +1, -1, 0. Результати кодування змінних факторів та рівні їх варіювання наведено у табл. 1. Складали план-матрицю проведення двофакторного експерименту типу ПФЕ 3^2 , які проводили у трикратній повторності.

Таблиця 1

Результати кодування факторів та рівні їх варіювання

Фактори	Позначення		Інтервали варіювання	Рівні варіювання, натуральні / кодовані		
	Натуральні	Кодовані				
Діаметр вальців, d , м	X_1	x_1	0,02	0,10/-1	0,12/0	0,14/+1
Частота обертання вальців, n_1 , об/хв	X_2	x_2	200	400/-1	600/0	800/+1

Порядок проведення, умови відбору коренеплодів і визначення довжини залишків стебел гички на головках коренеплодів проводили за стандартними методиками [5, 34 с.]. Отримані результати розрахунків зводили у відповідну таблицю умов проведення та результатів експериментальних досліджень. Обробку отриманого експериментального масиву даних проводили за загальновідомими методиками та методами статистичної обробки з

використанням методик кореляційного і регресійного аналізу апроксимуючої математичної моделі $h_z = f(x_1; x_2)$ для отримання емпіричного рівняння регресії.

На першому етапі досліджень з метою встановлення закону функціонального розподілу значень випадкових величин довжини залишків гички h_z на головках коренеплодів проведено обробку експериментального масиву генеральної вибірки згідно зі стандартною методикою [6, с. 72-88].

У результаті обробки генеральної вибірки (кількість вимірів кожного значення, або об'єм вибірки – $N \geq 100$) побудовано гістограму та полігон розподілу частот розмірних значень довжини залишків гички h_z на головках коренеплодів (рис. 2), кожна з яких відтворює диференційний закон розподілу випадкової величини, або щільність розподілення h_z .

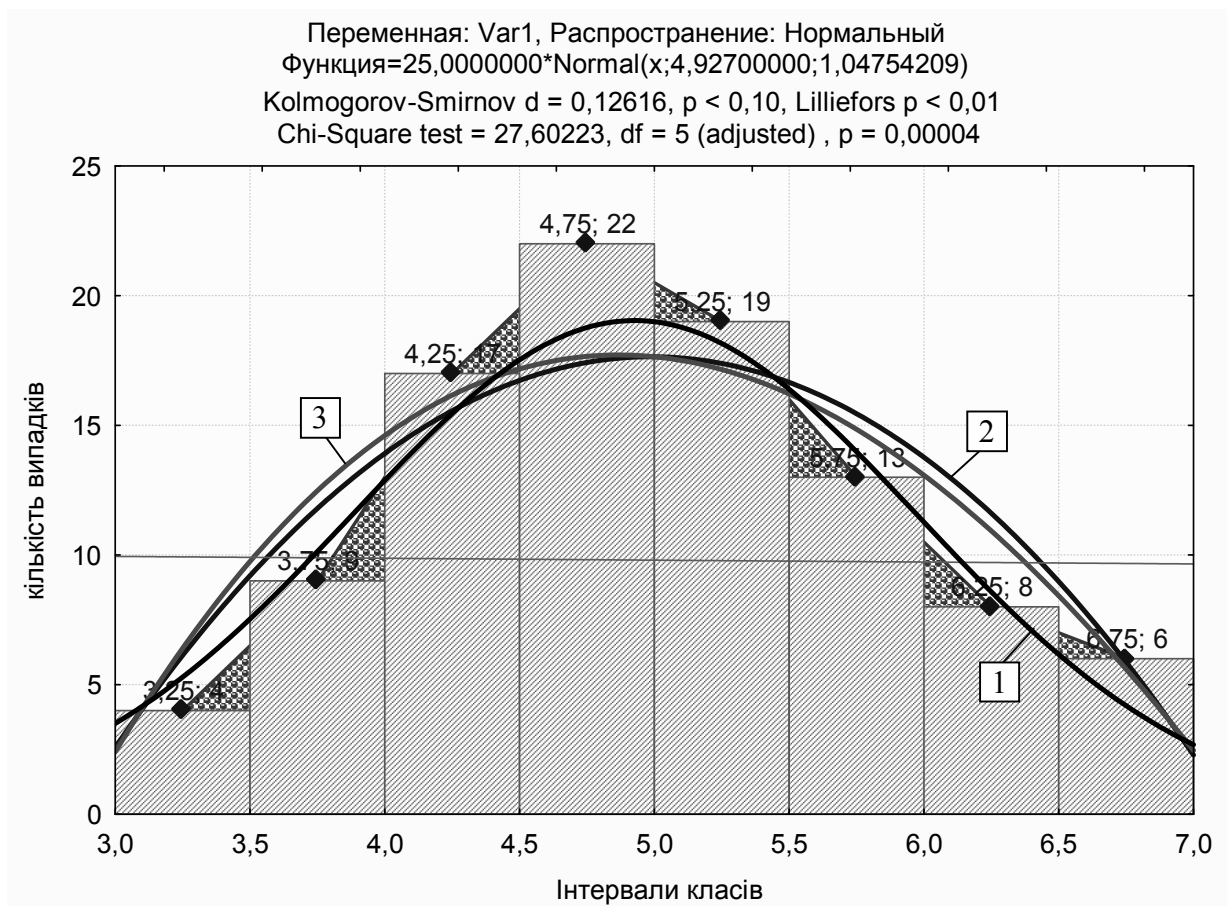


Рис. 2. Гістограма та полігон щільності розподілу h_z :

1, 2, 3 – нормальний, квадратичний, кубічний закон розподілу

Поділ на класи одержаного експериментального масиву даних генеральної вибірки безперервного випадкового процесу розмірних значень довжини залишків гички h_z на головках коренеплодів виконано за правилом Штюргеса. Аналіз побудованих гістограми та полігону щільності розподілу випадковості процесу (рис. 2) показує, що диференційний закон щільності розподілу h_z близький до нормального (крива 1), а безпосередньо диференційний закон ймовірності щільності розподілу у загальному випадку має вигляд:

$$h_z(x) = f(h_z) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{h_z - \mu}{\sigma}\right)^2} = \frac{1}{7,5\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{h_z - 1,05}{4,93}\right)^2}, \quad (1)$$

де σ – середнє квадратичне відхилення; μ – математичне сподівання.

Для побудови емпіричної математичної моделі, яка характеризує зміну розмірних значень довжини залишків гички h_z на головках коренеплодів залежно від діаметра відминальних вальців d , частоти обертання відминальних вальців n_1 , утворювали таблицю одержаних результатів точок композиційного плану двофакторного експерименту типу ПФЕ 3^2 .

Після визначення коефіцієнтів, перевірки адекватності вибраної моделі та оцінки статистичної значущості коефіцієнтів рівняння регресії за відповідними критеріями Стюдента та Фішера, було одержано кінцевий вигляд рівняння регресії зміни розмірних значень довжини залишків стебел гички h_z на головках коренеплодів залежно від діаметра відминальних вальців d , частоти обертання відминальних вальців n_1 у натуральних величинах як функціонала $h_z = f(d; n_1)$:

$$h_z = 10,26 - 0,77/d + 805,72/n_1. \quad (2)$$

Згідно з рівнянням регресії побудовано поверхню відгуку залежності зміни h_z як функціонала $h_z = f(d; n_1)$, яку наведено на рис. 3.

Аналіз наведеної поверхні відгуку (рис. 3) показує, що розмірні значення довжини залишків стебел гички h_z на головках коренеплодів змінюються у діапазоні від 3,5 до 6,7 (см), при цьому домінуючим фактором, який регламентує параметр h_z , є діаметр відминальних вальців d – зі збільшенням

d у межах варіювання фактора приріст довжини залишків гички h_z становить приблизно 2,1...2,3 (см). Зміна h_z залежно від частоти обертання відминальних вальців n_1 має зворотний характер – зі збільшенням n_1 у межах варіювання фактора довжина залишків гички зменшується, але це зменшення (приблизно 0,9...1,2 (см) значно менше приросту h_z від зміни d . Ці твердження цілком підтверджуються графічними залежностями, які наведено на рис. 4.

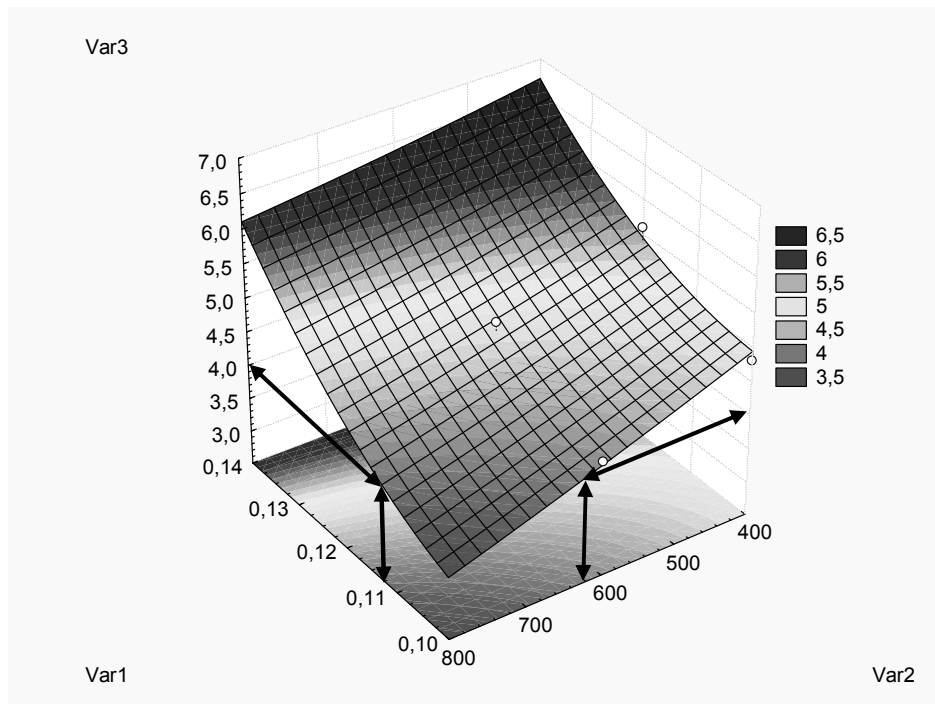


Рис. 3. Поверхня відгуку залежності зміни довжини залишків стебел гички як функціонал $h_z = f(d; n_1)$

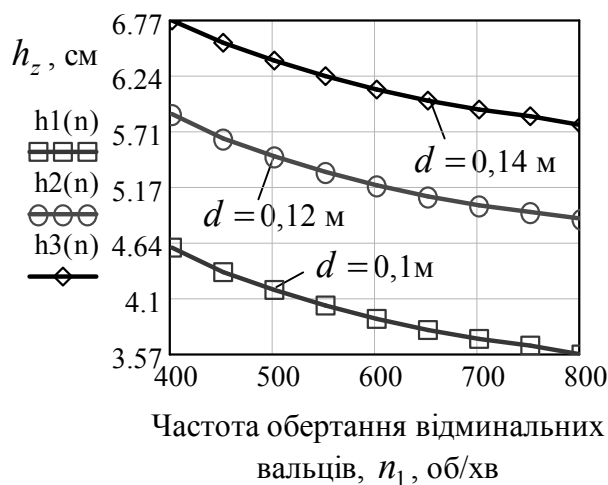


Рис. 4. Залежність зміни $h_z = f(n_1)$:

1 – при $d = 0,1$ м; 2 – при $d = 0,12$ м; 3 – при $d = 0,14$ м

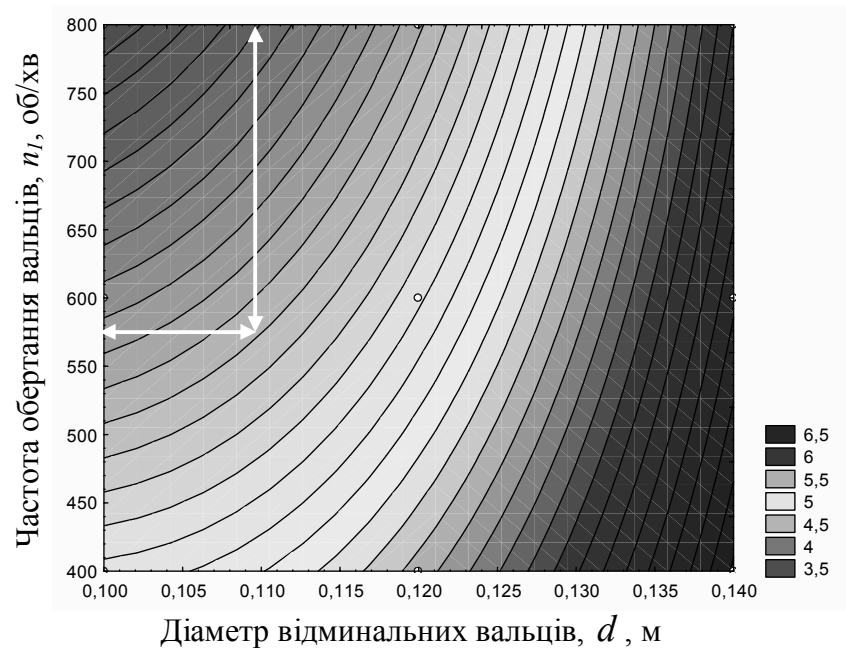


Рис. 6. Двовірний переріз поверхні відгуку залежності $h_z = f(d; n_1)$

Згідно з вихідними вимогами до коренезбиральних машин допустимі розмірні значення довжини залишків гички на головках коренеплодів повинні бути не більше 4 см, тобто $[h_z] \leq 4$ см [7, 18 с.]. Тоді згідно з наведеними графічними побудовами та рис. 6 дана умова забезпечується для значення діаметра відминальних вальців $0,1 \leq d \leq 0,11$ (м) і частоти обертання відминальних вальців $n_1 \geq 550$ об/хв.

Висновки.

Наведена методика та результати експериментальних досліджень можуть бути використані спеціалістами конструкторських бюро для розробки нових, або удосконалення існуючих комбінованих очисних систем коренезбиральних машин.

Література:

1. Погорелый Л.В. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз / Л.В. Погорелый, М.В. Татьяна. – К. : Феникс, 2004. – 232 с.
2. Барановський В.М. Математична модель інтенсифікації відокремлення домішок від коренеплодів / В.М. Барановський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2014. – Вип. 196. – Ч. 2. – С. 196 – 204.

3. Дубчак Н. Результуюча швидкість процесу контактної взаємодії коренеплодів / Наталія Дубчак // Вісник Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2013. – Т. 69. - № 1. – С.154 – 161.
4. Пат. № 65050 Україна. МПК А01D/33.08. Пристрій для відокремлення домішок від коренеплодів / Барановський В.М., Підгурський М.І., Труханська О.О., Паньків М.Р.; заявник і власник Тернопільський державн. техніч. університет ім. І. Пулюя. – № и 201105238 ; заявл. 26.04.2011 ; опубл. 25.11.2011. Бюл. № 22.
5. КД 46.16.01.005-93. Випробування сільськогосподарської техніки. Основні положення. – К., 1993. – 34 с.
6. Листопад И.А. Планирование эксперимента в исследованиях по механизации сельскохозяйственного производства / И.А. Листопад. – М. : Агропромиздат, 1988. – 88 с.
7. ДСТУ 2258-93. Машины бурякозбиральні. – К. : Держстандарт України, 1993. – 18 с.

References:

1. Pohorelyj L.V. Sveklouborochnye mashyny: istoriya, konstruktsiya, teoriya, prohnnoz / L.V. Pohorelyj, M.V. Tat'yanko. – K. : Feniks, 2004. – 232 s.
2. Baranovs'kyu V.M. Matematychna model' intensyfikatsiyi vidokremlennya domishok vid koreneplodiv / V.M. Baranovs'kyu // Naukovyy visnyk Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrayiny. Seriya: tekhnika ta enerhetyka APK. – K., 2014. – Vyp. 196. – Ch. 2. – S. 196 – 204.
3. Dubchak N. Rezul'tuyucha shvydkist' protsesu kontaktnoyi vzayemodiyi koreneplodiv / Nataliya Dubchak // Visnyk Ternopil's'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu imeni Ivana Pulyuya. – Ternopil', 2013. – Т. 69. - N 1. – S.154 – 161.
4. Pat. N 65050 Ukrayina. MPK A01D/33.08. Prystriy dlya vidokremlennya domishok vid koreneplodiv / Baranovs'kyu V.M., Pidhurs'kyu M.I., Trukhans'ka O.O., Pan'kiv M.R.; zayavnyk i vlasnyk Ternopil's'kyu derzhavn. tekhnich. universytet im. I.

Pulyuya. – N u 201105238 ; zayavl. 26.04.2011 ; opubl. 25.11.2011. Byul. N 22.

5. KD 46.16.01.005-93. Vyprobuvannya sil's'kohospodars'koyi tekhniky. Osnovni polozhennya. – K., 1993. – 34 s.

6. Lystopad Y.A. Planyrovanye eksperymenta v issledovanyyakh po mekhanyzatsyy sel'skokhozyaystvennoho proizvodstva / Y.A. Lystopad. – M. : Ahropromyzdat, 1988. – 88 s.

7. DSTU 2258-93. Mashyny buryakozbyral'ni. – K. : Derzhstandart Ukrayiny, 1993. – 18 s.