

Мацуєв О.М.

аспірант

**Інститут механіки та
автоматики
агропромислового
виробництва
Національної академії
аграрних наук України**

Matsuev O.

PhD student

**Institute of Mechanics and
Automation of Agro-
Industrial Production,
National Academy of
Agrarian Sciences of
Ukraine**

УДК 631.356.22**DOI: 10.37128/2306-8744-2026-3-13**

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОШКОДЖЕННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ МОРКВИ ПРИ ЇХ ОЧИЩЕННІ СПІРАЛЬНИМ ОЧИСНИКОМ

У статті наведено результати дослідження процесу очищення коренеплодів моркви спіральним очисником з урахуванням величини та характеру їх механічних пошкоджень. Розглянуто конструкційну схему та принцип роботи експериментальної лабораторної установки, призначеної для відокремлення ґрунтових домішок і рослинних решток від вороху моркви. Очисне русло сформовано консольними спіральними пружинами та приводними щітками з еластичними прутками, що забезпечують одночасне транспортування, сепарацію домішок і очищення поверхні коренеплодів. Розроблено методiku експериментальних досліджень пошкодження коренеплодів у процесі проходження через очисне русло. Дослідження проводили на коренеплодах моркви сорту «Нантська» без початкових механічних пошкоджень. Вивчали вплив маси коренеплоду, кутової швидкості обертання валів очисника та зазору між циліндричною пружиною і еластичними прутками щіток. Оцінювання пошкоджень здійснювали безпосередньо після очищення та повторно через 24 години, що дозволило виявити потертості шкірки, подряпини, тріщини, обламання хвостової частини та плями від ударів. Для вибірки зі 100 коренеплодів проаналізовано розподіл видів пошкоджень за кутових швидкостей валів 27,2; 31,4 та 35,6 рад·с⁻¹ і за двох варіантів орієнтації коренеплоду під час входження в очисне русло. Встановлено, що зі зменшенням швидкості обертання валів знижується рівень суттєвих пошкоджень. Найменша їх кількість спостерігається у випадку руху коренеплоду товстішою частиною вперед, а хвостовою назад, що пояснюється більш плавним переміщенням уздовж очисного русла. Отримані результати можуть бути використані для обґрунтування конструктивних і кінематичних параметрів спірального очисника, які забезпечують високу якість очищення при мінімальному пошкодженні коренеплодів моркви.

Ключові слова: коренеплоди моркви, очисник, лабораторна установка, пошкодження.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОШКОДЖЕННЯ
КОРЕНЕПЛОДІВ МОРКВИ ПРИ ЇХ
ОЧИЩЕННІ СПІРАЛЬНИМ
ОЧИСНИКОМ © 2026 by Мацуєв О.М.
is licensed under CC BY 4.0

Постановка проблеми. Очищення коренеплодів моркви під час очищення спіральним очисником із забезпеченням мінімального пошкодження підвищує якість зібраного урожаю даної овочевої культури.

Адже при наявності пошкоджень зовнішніх поверхонь тіл коренеплодів обов'язково виникають неминучі втрати врожаю. Відбувається це завдяки тому, що при обов'язковому тривалому зберіганні моркви виникають її загнивання, через

пошкодження, у середину тіл коренеплодів проникають мікроби і виникає зараження навіть непошкоджених коренеплодів.

Тому удосконалення спірального очисника для очищення коренеплодів моркви від ґрунтових домішок і рослинних решток є важливою актуальною науково-технічною проблемою при вирощуванні овочевих культур.

Аналіз останніх досліджень. Під час проведення досліджень встановлено, що

роздільний спосіб механізованого збирання коренеплодів моркви потребує забезпечення ефективного очищення викопаного вороху від ґрунтових домішок і рослинних решток. Для цього можуть бути використані очисники різних конструктивних виконань. Аналіз результатів теоретичних і експериментальних досліджень процесів викопування та очищення коренеплодів цукрових буряків, наведений у роботах [1-3], свідчить про можливість використання отриманих наукових положень як основи для вдосконалення технологічного процесу очищення коренеплодів моркви.

Із проведеного аналізу існуючих конструкцій очисних пристроїв встановлено, що одним із найбільш перспективних засобів очищення коренеплодів моркви від ґрунтових домішок і рослинних решток є спіральний сепаратор. Як основну конструкцію – прототип може бути використано спіральний сепаратор [4]. Результати експериментальних досліджень підтвердили, що зазначений сепаратор забезпечує високий ступінь очищення коренеплодів за мінімального рівня їх механічного пошкодження, що відповідає встановленим агротехнічним вимогам [5, 6]. Водночас умови механізованого збирання моркви істотно відрізняються від умов збирання картоплі, що обумовлює необхідність удосконалення конструктивних параметрів і технологічних режимів роботи зазначеного сепаратора [7].

Разом із тим існуючі методики визначення ступеня пошкодження коренеплодів та ефективності їх сепарації робочими органами збиральних машин характеризуються значною трудомісткістю й можуть

застосовуватися переважно в період збирання врожаю. Це суттєво обмежує можливості проведення пошукових і конструкторських досліджень, спрямованих на підвищення технічного рівня нових машин [8, 9]. Лабораторні методики, що використовуються для оцінювання роботи окремих робочих органів, не забезпечують комплексної оцінки процесів функціонування машини в цілому та придатні переважно для порівняльного аналізу ступеня пошкодження і якості сепарації коренеплодів [10, 11].

Проведений аналіз наукових досліджень показав, що проблема забезпечення високоякісного очищення коренеплодів моркви під час механізованого збирання залишається не повністю вирішеною, що обґрунтовує необхідність подальших досліджень, спрямованих на вдосконалення конструкції та режимів роботи спіральних очисників.

Мета дослідження. Забезпечення високого ступеня очищення моркви від ґрунтових домішок та рослинних решток, зокрема зменшення пошкодження коренеплодів, шляхом удосконалення очисника вороху коренеплодів.

Результати досліджень та їх обговорення. Для підвищення якості очищення вороху коренеплодів моркви від ґрунтових домішок та рослинних решток розроблено конструкційну схему лабораторної установки, яку показано на рис. 1.

Лабораторна установка, яка містить безпосередньо пристрій для очищення коренеплодів моркви від домішок, та складається із основної рами 1, на якій рухомо, за допомогою шарніра 2, закріплено середню раму 3.

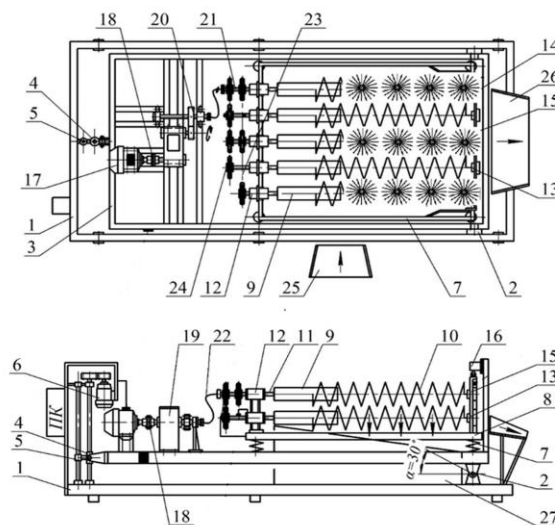


Рис. 1. Конструкційна схема лабораторної установки для дослідження очисників коренеплодів моркви від ґрунтових домішок та рослинних решток: а – вигляд зверху; б – вигляд збоку 1 – основна рама; 2 – шарнір; 3 – середня рама; 4 – гвинтова пара; 5 – напрямна; 6 – привід; 7 – пружні опори; 8 – рама; 9 – барабан; 10 – циліндрична пружина; 11 – вал; 12 – корпус підшипників; 13 – кронштейн; 14 – очисні щітки; 15 – рухома стійка; 16 – вібратор; 17 – електродвигун; 18 – муфта; 19 – варіатор; 20 – циліндрична передача; 21 – привідний вал; 22 – гнучкий вал; 23, 24 – ланцюгова передача; 25 – завантажувальний лоток; 26 – розвантажувальний лоток; 27 – лоток для ґрунту

У передній частині рами встановлено 3 шарнір 2, а до задньої частини рами рухомо приєднаний механізм підйому. Цей механізм містить гвинтову пару 4, напрямну 5 та привід 6. На рамі 3 рухомо встановлено раму 8, використовуючи при цьому пружні опори 7. На рамі 8 розміщено робочі органи – сепаратори, причому кожен із сепараторів складається із барабана 9 та закріпленої на ньому циліндричної пружини 10. Вал 11 разом із консольно закріпленим на ньому барабаном 9 встановлено у корпусі підшипників 12. Інший кінець сепаратора через кронштейн 13 опирається на підшипник ковзання, корпус якого закріплений на рухомій стінці 15. Нижня частина стінки встановлена на пружних елементах (не показано), тоді як верхня частина з'єднана з вібратором 16. Пружини 10 та очисні щітки 14, закріплені на рамках 8 із заданим кроком і розташовані під однаковими кутами нахилу відносно горизонтальної площини, утворюють очисне русло.

Завдяки такому компонуванню всі компоненти вороху утримуються в межах очисного русла, яке характеризується V-подібною формою поперечного перерізу. Подібна конфігурація забезпечує умови, за яких під час ударної взаємодії коренеплодів та їх підстрибування вони неминуче повертаються до центральної частини робочої зони, контактуючи при цьому переважно лише з верхніми ділянками очисних щіток 14.

Нижня та одна з бічних поверхонь очисного русла сформовані спіральними пружинами 10, витки яких орієнтовані від завантажувальної до розвантажувальної частини пристрою. Протилежна бічна поверхня утворена рядом плоских приводних очисних щіток 14, робочі елементи яких виконані з еластичних прутків. Конструкція приводу забезпечує їх обертання в одному напрямку, який збігається з напрямком переміщення матеріалу

вздовж очисного русла. Таким чином, транспортування коренеплодів моркви здійснюється за рахунок взаємодії з нижніми бічними поверхнями спіральних пружин 10, транспортуючий ефект яких забезпечується геометрією їхніх витків. З протилежного боку переміщення коренеплодів підтримується плоскими очисними щітками 14, які під час обертання створюють поштовхову дію на поверхню коренеплодів у напрямку свого руху.

Приводна система очисника містить електродвигун 17, муфту 18, варіатор 19 та циліндричну передачу 20, змонтовані на рамі 3. Передавання крутного моменту від циліндричної передачі до приводного валу 21 здійснюється через гнучкий вал 22. Від приводного валу обертальний рух до валів очисних щіток передається ланцюговою передачею 23, а до валів спіральних пружин — ланцюговою передачею 24. Конструкцію пристрою передбачено завантажувальний лоток 25 та розвантажувальний лоток 26. У нижній частині очисника, під робочою поверхнею, розміщено лоток 27, призначений для збирання відокремлених ґрунтових домішок.

Загальні вигляди рамок із щітками (а) та очисного русла (б) для очищення коренеплодів показані на рис. 2.

Експериментальна установка для очищення коренеплодів моркви від домішок працює так. Ворох коренеплодів, що викопаний із ґрунту (і тому він містить багато ґрунтових домішок, кореневищ та рослинних решток) подається зверху на поверхню за допомогою завантажувального транспортера, при цьому очисна поверхня утворена очисними вальцями, що виконані у вигляді консольних спіральних пружин 2, які примусово обертаються в одному напрямку, а також очисних щіток 4, що закріплені на рамках 3 із відповідним кроком під однаковими кутами α .

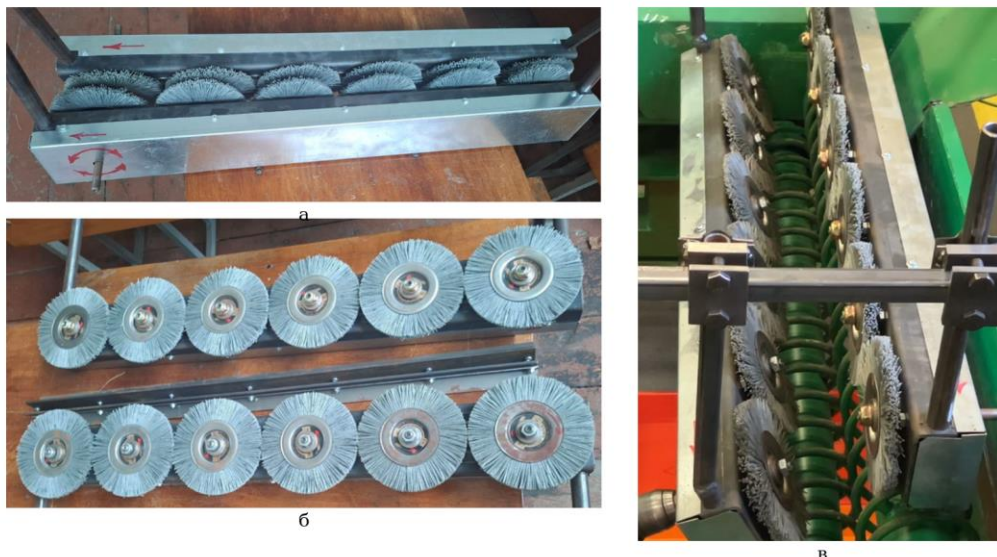


Рис. 2. Загальні вигляди виготовленої лабораторної установки (а), рамок із щітками (б) та очисного русла (в) для очищення коренеплодів



При цьому ворох коренеплодів моркви розосереджується по цій поверхні й консольними спіральними пружинами 2, що обертаються, починає транспортуватись не тільки в радіальному, а й в осьовому напрямках самих консольних спіральних пружин 2 (тобто напрямки навивок консольних спіральних пружин 2 спрямовані від маточин і до їхніх вільно розташованих кінців, що й забезпечує транспортування коренебульбоплодів у вказаному напрямку). А оскільки консольні спіральні пружини 2 мають вільно розташовані кінці, то саме коливання їхніх вільних кінців у повздовжньо-вертикальній площині, під дією змінного навантаження, сприяє ефективній сепарації дрібних ґрунтових домішок крізь витки самих навивок консольних спіральних пружин 2 униз за межі очисника. Крім того, під час транспортування по вказаній поверхні тіла вороху коренеплодів контактують із витками консольних спіральних пружин 2 очисних вальців і тим самим очищуються від налиплого на їхні зовнішні поверхні ґрунту. Завдяки тому, що очисні вальці, що виконані у вигляді консольних спіральних пружин 2, встановлені зі взаємним перекриттям, то вони (консольні спіральні пружини 2) здатні під час обертання до самоочищення від налиплого вологого ґрунту, що значно підвищує якість очищення. Унаслідок того, що з обох боків над очисними вальцями встановлені рамки 3, на яких розташовані з відповідним кроком під однаковими кутами α до вертикальних осей вальців приводні очисні щітки 4 з короткими еластичними прутками, то всі частини вороху по суті знаходяться всередині очисного русла у вигляді трапеції, в якій верхня частина спрямована донизу. Оскільки нижні кінці коротких еластичних прутків 5 кожної приводної очисної щітки 4 торкаються консольних спіральних пружин 2 очисних вальців, то частини вороху коренебульбоплодів переважно концентруються в міжвиткових просторах між очисними вальцями, де відбувається найінтенсивніша очистка тіл коренебульбоплодів від налиплого ґрунту. Самі короткі еластичні прутки, які в кожній приводній очисній щітці 4 мають однакові напрямки обертальних рухів, які спрямовані в бік вивантажувального транспортера, забезпечують не тільки ефективне захоплення дрібних ґрунтових домішок та рослинних решток і винесення їх за межі очисника, а й забезпечують дуже ефективне транспортування тіл коренеплодів. Завдяки нахилу під кутами α до вертикальних осей вальців приводних очисних щіток 4 із короткими еластичними прутками утворено очисне русло у вигляді трапеції, в якій верхня частина спрямована донизу. А саме це забезпечує умови, за якими в разі ударів тіл коренеплодів й їхнього

підскакування вони обов'язково будуть повернені всередину цього очисного русла, торкаючись лише верхніх частин приводних очисних щіток 4. Крім того, мінімальна відстань від нижніх кінців коротких еластичних прутків 5 приводних очисних щіток 4 з обох боків, яка характеризується шириною Δ , може бути зміненою завдяки тому, що кінці рамок 3 з обох боків приєднані до механізмів їх пересування та фіксації відносно рами 1. Ця ширина Δ є мінімальною, оскільки подальше її зменшення призведе до того, що очисні вальці будуть фактично виключені з роботи. Однак, використовуючи механізми пересування та фіксації, є змога відсовувати кінці рамок 3, а й відповідно приводних очисних щіток 4, з їх короткими еластичними прутками з обох боків очисних вальців, тим самим збільшуючи вказану ширину Δ . Це призведе до збільшення вказаного очисного русла, але потрібно виконувати умову, за якої нижні кінці коротких еластичних прутків продовжували б торкатись очисних вальців. Надмірне збільшення мінімальної ширини Δ призведе до можливих утрат дрібних тіл коренеплодів. Після повного очищення коренеплоди потрапляють на вивантажувальний транспортер і відводяться за межі очисника в бункер, або в транспортний засіб.

Для проведення лабораторних досліджень було здійснене попереднє викопування коренеплодів моркви сорту «Нантська», який має переважно видовжено-циліндричну форму. Очисні робочі органи при викопуванні відповідно не використовувались. Коренеплоди моркви були ретельно зібрані і без будь-яких контактів з іншими коренеплодами (кожний коренеплід був доставлений в лабораторію у тому вигляді, в якому він був вкопаний з ґрунту) доставлені в лабораторію. Коренеплоди моркви відбиралися без механічних пошкоджень з подальшим визначенням маси кожного коренеплоду за допомогою електронних ваг (з точністю до 0,1 г) з допустимим відхиленням маси ± 5 г.

Зміна кутової швидкості обертання валів очисника здійснювалася за допомогою змінних зірочок, за допомогою яких у приводі експериментальної установки встановлювали потрібні кутові швидкості обертання самих очисних валів. Конструктивне виконання приводу очисних валів в експериментальній установці було виконане за допомогою редуктора та ланцюгових передач, які й забезпечували їх обертання.

Зміна зазору між циліндричною пружиною та еластичними прутками приводних очисних щіток також забезпечувалася конструкцією виготовленої експериментальної установки.

Дослідження проводили для двох випадків потрапляння коренеплоду на очисне русло:

- у випадку руху товстішої частини коренеплоду моркви назад, а хвостової частини вперед;

- у випадку руху товстішої частини коренеплоду моркви вперед, а хвостової частини назад.

З метою достовірної оцінки роботи розробленого очисника під час проведення досліджень, необхідну кількість вимірів показників, що контролюються (повторність дослідів) проводили з трикратною повторністю.

Як показали попередні експериментальні дослідження на експериментальній установці при очищенні коренеплодів моркви при певних конструктивних та кінематичних параметрах робочого русла очисника виникали пошкодження тіла коренеплодів. Для зменшення величина пошкоджень при очищенні коренеплодів моркви було поставлено багатофакторний експеримент, де змінними були наступні фактори: маса коренеплоду моркви, кутова швидкість обертання валів очисника та зазор між циліндричною пружиною та еластичними прутками привідних очисних щіток.

При проведенні експериментальних досліджень коренеплоди моркви відбиралися без механічних пошкоджень з подальшим визначенням маси кожного коренеплоду.

Для чистоти експерименту застосовували коренеплоди повністю звільнені від налиплого ґрунту, що дозволяло виявити максимальну глибину пошкодження тіла моркви при очищенні.

При проведенні досліджень коренеплід моркви потрапляв в очисне русло очисника і транспортувався в зону вивантаження і потрапляв на вивантажувальний лоток і відводився за межі очисника. Після цього його оглядали і визначали наявність пошкоджень і їх вид. Це був перший етап оцінки пошкоджень коренеплодів моркви, на якому можна було побачити такі види пошкоджень, як потертості шкірки, подряпини, тріщини і обламані хвостові частини. Другий етап оцінки пошкоджень проводили через 24 години після очищення, на якому починали проявлятися потемніння місць ударів чи сильного натискання. Глибину та площу пошкодження тіла коренеплодів моркви визначали за допомогою штангельциркуля.

На рис. 3 показано вигляд виявлених пошкоджень коренеплодів моркви після очищення на спіральному очиснику на першому та другому етапах їх оцінки.

На основі отриманих результатів лабораторних експериментів можна визначити умови роботи та параметри спірального очисника, які забезпечать допустимі значення пошкодження коренеплодів моркви при їх очищенні.

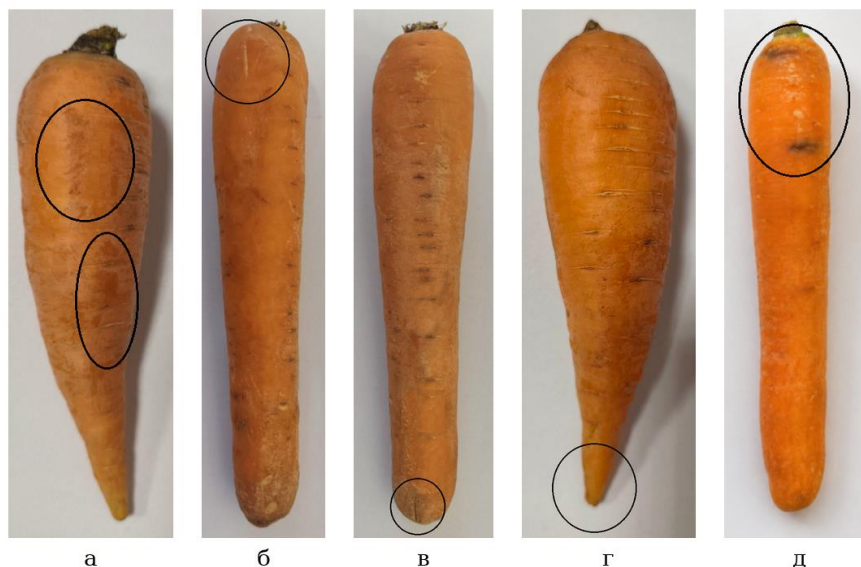


Рис. 3. Вигляд пошкоджень коренеплодів моркви: а – потертості шкірки; б – подряпини; в – тріщина; г – обламана хвостова частина; д – пляма від удару

Виклад основного матеріалу. Для визначення впливу виду потрапляння моркви на очисне русло очисника на основі запропонованої методики проведення експериментальних досліджень були проведені

досліди, що дало можливість побудувати відповідні графіки.

На рис. 4 і рис. 5 представлено графіки розподілу видів пошкодження моркви при її очищенні спіральним сепаратором для вибірки

із 100 коренеплодів різних мас для двох випадків потрапляння коренеплоду на очисне русло при різних кутових швидкостях обертання валів

очисника, які були рівні: 27,2 рад·с⁻¹, 31,4 рад·с⁻¹ та 35,6 рад·с⁻¹.

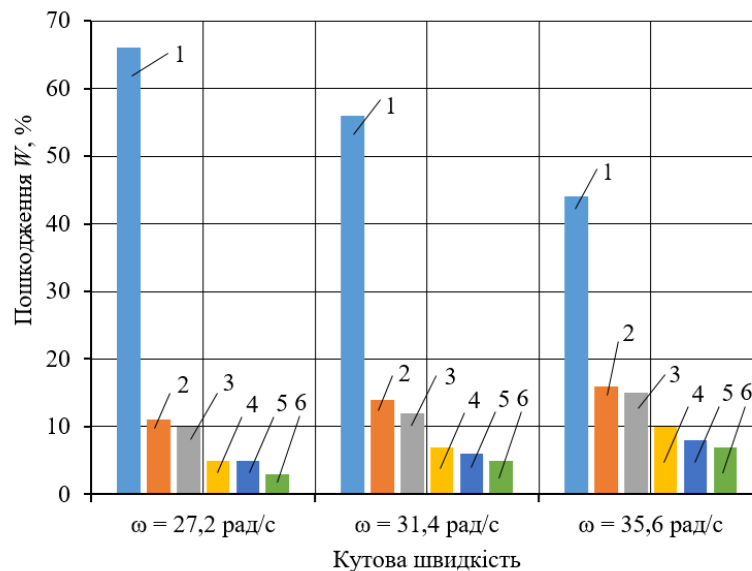


Рис. 4. Розподіл видів пошкодження при очищенні моркви очисником у випадку руху товстішої частини коренеплоду назад, а хвостової частини вперед при різних кутових швидкостях обертання валів очисника 1 – без пошкоджень; 2 – потертості шкірки; 3 – подряпини; 4 – тріщини; 5 – обламана хвостова частина; 6 – пляма від удару

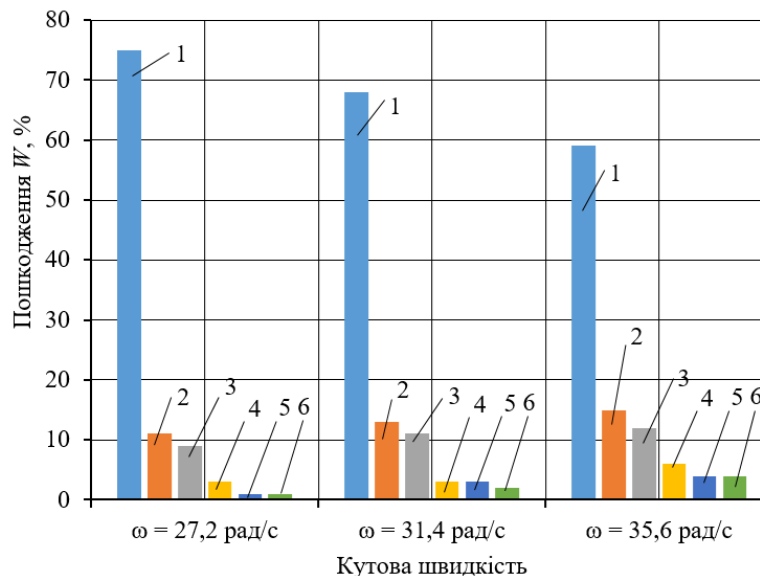


Рис. 5. Розподіл видів пошкодження при очищенні моркви очисником у випадку руху товстішої частини коренеплоду вперед, а хвостової частини назад при різних кутових швидкостях обертання валів очисника 1 – без пошкоджень; 2 – потертості шкірки; 3 – подряпини; 4 – тріщини; 5 – обламана хвостова частина; 6 – пляма від удару

Результати і обговорення.

Представлені графіки розподілу видів пошкодження моркви при її очищенні спіральним сепаратором для вибірки із 100 коренеплодів різних мас для двох випадків потрапляння коренеплоду на очисне русло показують, що зменшити суттєві пошкодження можна шляхом зменшення швидкості обертання валів очисника. Також встановлено, що

величина пошкоджень є меншою у випадку руху товстішої частини коренеплоду вперед, а хвостової частини назад, зокрема виникає менша кількість обламаних хвостових частин моркви та плям від ударів внаслідок плавнішого руху коренеплоду по довжині транспортування.

Таким чином, за результатами порівняльних експериментів досліджень впливу виду потрапляння коренеплоду моркви на



очисне русло очисника встановлено, що найвища якість очищення спостерігається у випадку руху товстішої частини коренеплоду вперед, а хвостової частини назад.

Висновки.

1. Встановлено, що зменшити суттєві пошкодження можна шляхом зменшення швидкості обертання валів очисника. Також встановлено, що величина пошкоджень є меншою у випадку руху товстішої частини коренеплоду вперед, а хвостової частини назад, зокрема виникає менша кількість обламаних хвостових частин моркви та плям від ударів внаслідок плавнішого руху коренеплоду по довжині транспортування.

2. За результатами порівняльних експериментів досліджень впливу виду потрапляння коренеплоду моркви на очисне русло очисника встановлено, що найвища якість очищення спостерігається у випадку руху товстішої частини коренеплоду вперед, а хвостової частини назад.

Список використаних джерел

1. Ivanišová E., Granátová L., Čech M., Grygorieva O. & Kubiak P. (2024). The influence of red beet varieties and cultivation on their biochemical and sensory profile. *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*. DOI: e10612. 10.55251/jmbfs.10612.
2. Issa, I. I. M., Zhang, Z., El-Kolaly, W., Yang, X., – Wang, H. (2020). Design, ANSYS analysis and performance evaluation of potato digger harvester. In *International Agricultural Engineering Journal*, vol. 29, no. 1, pp. 60–73.
3. Guo, W., & Campanella, O. H. (2017). A relaxation model based on the application of fractional calculus for describing the viscoelastic behavior of potato tubers. *Transactions of the ASABE*, 60 (1), 259–264.
4. Bulgakov, V., Nikolaenko, S., Adamchuk, V., Ruzhylo, Z., & Olt, J. (2018). Theory of retaining potato bodies during operation of spiral separator. *Agronomy Research*, 16 (1), 41–51. doi: 10.15159/AR.18.036.
5. Bulgakov, V., Nikolaenko, S., Adamchuk, V., Ruzhylo, Z., & Olt, J. (2018). Theory of impact interaction between potato bodies and rebounding conveyor. *Agronomy Research*, 16 (1), 52–64. doi: 10.15159/AR.18.037.
6. Hoffmann C., Engelhardt M., Gallmeier M., Gruber M. & Märlander B. (2018). Importance of harvesting system and variety for storage losses of sugar beet. *Zuckerindustrie. Sugar industry*, 143. 474. DOI: 10.36961/si19782.
7. Olt, J., Bulgakov, V., Trokhaniak, O., Klendii, M., Gadzalo, I. A., Ptashnik, M., & Tkachenko, M. (2022). Harrow with screw-type operating tools: Optimisation of design and process

parameters. *Agronomy Research*, 20 (4), 751–763. <https://doi.org/10.15159/ar.22.055>

8. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., & Ihnatiev, Y. (2017). Investigation of the parameters of the experimental spiral potato heap separator on the quality of work. *Agronomy Research*, 15 (1), 44–54.

9. Bulgakov, V., Nikolaenko, S., Adamchuk, V., Ruzhylo, Z., & Olt, J. (2018). Mathematical model of cleaning potatoes on surface of spiral separator. *Agronomy Research*, 16 (4), 1590–1606. doi: 10.15159/AR.18.173.11.

10. Jin Xin, Du Xinwu, Wang Shiguang, Ji Jiangtao, Dong Xiang, & Wang Dongyang. (2016). Design and Experiment of Stems Cutting Device for Carrot Harvester [J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, vol. 47 (3), 82–89.

11. Hevko, R. B., Tkachenko, I. G., Khomyk, N. I., Gumeniuk, Y. P., Flonts, I. V., Gumeniuk, O. O. (2020). Determination of technical-and-economic indices of root crop conveyer-separator during their motion on curved path. *INMATEH-Agricultural Engineering*, 61(2), pp. 175-182. <https://doi.org/10.35633/inmateh-61-19>

References

1. Ivanišová E., Granátová L., Čech M., Grygorieva O. & Kubiak P. (2024). The influence of red beet varieties and cultivation on their biochemical and sensory profile. *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*. DOI: e10612. 10.55251/jmbfs.10612 [in English].
2. Issa, I. I. M., Zhang, Z., El-Kolaly, W., Yang, X., – Wang, H. (2020). Design, ANSYS analysis and performance evaluation of potato digger harvester. In *International Agricultural Engineering Journal*, vol. 29, no. 1, pp. 60–73 [in English].
3. Guo, W., & Campanella, O. H. (2017). A relaxation model based on the application of fractional calculus for describing the viscoelastic behavior of potato tubers. *Transactions of the ASABE*, 60 (1), 259–264 [in English].
4. Bulgakov, V., Nikolaenko, S., Adamchuk, V., Ruzhylo, Z., & Olt, J. (2018). Theory of retaining potato bodies during operation of spiral separator. *Agronomy Research*, 16 (1), 41–51 [in English]. doi: 10.15159/AR.18.036.
5. Bulgakov, V., Nikolaenko, S., Adamchuk, V., Ruzhylo, Z., & Olt, J. (2018). Theory of impact interaction between potato bodies and rebounding conveyor. *Agronomy Research*, 16 (1), 52–64 [in English]. doi: 10.15159/AR.18.037.
6. Hoffmann C., Engelhardt M., Gallmeier M., Gruber M. & Märlander B. (2018). Importance of harvesting system and variety for storage losses



of sugar beet. Zuckerindustrie. Sugar industry, 143. 474. DOI: 10.36961/si19782. [in English].

7. Olt, J., Bulgakov, V., Trokhaniak, O., Klendii, M., Gadzalo, I. A., Ptashnik, M., & Tkachenko, M. (2022). Harrow with screw-type operating tools: Optimisation of design and process parameters. *Agronomy Research*, 20 (4), 751–763 <https://doi.org/10.15159/ar.22.055> [in English].

8. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., & Ihnatiev, Y. (2017). Investigation of the parameters of the experimental spiral potato heap separator on the quality of work. *Agronomy Research*, 15 (1), 44–54 [in English].

9. Bulgakov, V., Nikolaenko, S., Adamchuk, V., Ruzhylo, Z., & Olt, J. (2018). Mathematical model of cleaning potatoes on surface of spiral separator. *Agronomy Research*, 16 (4), 1590–1606 [in English]. doi: 10.15159/AR.18.173.11.

10. Jin Xin, Du Xinwu, Wang Shiguang, Ji Jiangtao, Dong Xiang, & Wang Dongyang. (2016). Design and Experiment of Stems Cutting Device for Carrot Harvester [J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, vol. 47 (3), 82–89 [in English].

11. Hevko, R. B., Tkachenko, I. G., Khomyk, N. I., Gumeniuk, Y. P., Flonts, I. V., Gumeniuk, O. O. (2020). Determination of technical-and-economic indices of root crop conveyer-separator during their motion on curved path. *INMATEH-Agricultural Engineering*, 61(2), pp. 175-182 <https://doi.org/10.35633/inmateh-61-19> [in English].

A STUDY OF DAMAGE TO CARROT ROOTS DURING PEELING WITH A SPIRAL PEELER

The article presents the results of a study of the carrot root cleaning process using a spiral cleaner, taking into account the extent and nature

of mechanical damage to the roots. The design and operating principle of an experimental laboratory setup intended for separating soil impurities and plant residues from a carrot heap are considered. The cleaning channel is formed by cantilever spiral springs and driven brushes with elastic rods, which provide simultaneous transportation, impurity separation, and cleaning of the root surface. A methodology for experimental investigation of root damage during passage through the cleaning channel was developed. The studies were carried out on undamaged carrot roots of the Nantes variety. The effects of root mass, angular velocity of the cleaner shafts, and the clearance between the cylindrical spring and the elastic rods of the brushes were investigated. Damage assessment was performed immediately after cleaning and repeated after 24 hours, which made it possible to identify skin abrasions, scratches, cracks, broken tail sections, and impact spots. For a sample of 100 roots, the distribution of damage types was analyzed at shaft angular velocities of 27.2, 31.4, and 35.6 rad·s⁻¹ and for two variants of root orientation when entering the cleaning channel. It was established that reducing the rotational speed of the shafts decreases the level of significant mechanical damage. The lowest amount of damage was observed when the root moved with its thicker end forward and its tail end backward, which is explained by smoother movement along the cleaning channel. The obtained results can be used to substantiate the design and kinematic parameters of a spiral cleaner that ensure high cleaning quality while minimizing mechanical damage to carrot roots.

Keywords: carrot roots, cleaner, laboratory setup, damage.

Відомості про автора

Мацуєв Олександр Михайлович – аспірант Інституту механіки та автоматики агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук України (вул. Вокзальна, 11/1, с-ще Глеваха, Фастівський район, Київська область, 08631; e-mail: oleksandr.matsuiev@claas.com).

Matsuev Oleksandr – PhD student, Institute of Mechanics and Automation of Agro-Industrial Production, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (11/1 Vokzalna St., Hlevakha Village, Fastiv District, Kyiv Region, 08631; e-mail: oleksandr.matsuiev@claas.com).

Стаття надійшла 11.08.2026

Стаття прийнята 22.08.2026

Опубліковано 12.10.2026