

DAMAGE TO POTATOES DURING TRANSPORTATION

A. Shymko^{1*}, O. Bundza¹, V. Martyniuk²¹National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine²Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine

AGRICULTURAL MACHINES

AM
CM

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МАШИНИ

ABSTRACT

Potato is a staple food and the most popular crop in agricultural production. Ukraine has favorable soil and climatic conditions for growing this crop, but the efficiency of its production remains low compared to the leading producers in Europe and the world. The efficiency of the industry depends on many factors, including the preservation of the harvested crop. Potatoes in storage must be free from mechanical damage that could lead to the development of fungal and bacterial pathogens in the tubers. Damage to the tubers causes significant economic losses for producers of this product, as it loses its marketable appearance and deteriorates quickly. Another problem that causes losses to potato growers is the appearance of black spot. It has been found that the development of black spot depends not only on the amount of mechanical impact, but also on the physical and biochemical characteristics of the potato tubers. Reducing mechanical damage to the tubers is the best way to avoid black spot formation. During harvesting, potato tubers interact with the working bodies of the agricultural machines and are damaged. In particular, one of the causes of mechanical damage is the impact of the tubers during loading into vehicles, transport and unloading. Finding ways to improve the process of transporting potato tubers is an urgent task. The article presents the results of experimental studies aimed at identifying the main types of mechanical damage caused by impact loads during the loading of potatoes into the body of a vehicle, their subsequent transport and unloading. It was found that the most frequently observed type of potato damage is peeling of the skin on the tubers – in 9.7% of cases. In order to reduce the mechanical damage of potato tubers during unloading from agricultural machines, it is proposed to equip the dumpers with additional shock-absorbing equipment. The modernized design of the body for the transport of potato tubers includes adjustable movable vertical partitions and a sliding rear board. The modernization of the body makes it possible to reduce the rate of spillage of potato tubers from the body due to the gradual and independent opening of the partitions.

Key words:

potato,
mechanical damage to potatoes,
transport of potatoes,
tipper body,
unloading potatoes

Article history:

Received 30.04.2023

Accepted 01.06.2023

***Corresponding author:**

a.v.shymko@nuwm.edu.ua

DOI: 10.36910/acm.vi49.1018

To cite this article:

Shymko, A., Bundza, O., & Martyniuk, V. (2023). Damage to potatoes during transportation. *Agricultural Machines*, 49, 46-52. <https://doi.org/10.36910/acm.vi49.1018>

УДК 631.558.4

ПОШКОДЖЕННЯ БУЛЬБ КАРТОПЛІ ПІД ЧАС ТРАНСПОРТУВАННЯ**А.В. Шимко^{1*}, О.З. Бундза¹, В.Л. Мартинюк²**¹Національний університет водного господарства та природокористування,
Рівне, Україна²Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна

AGRICULTURAL MACHINES

**АМ
СММ**

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МАШИНИ

АНОТАЦІЯ

Картопля – це один із основних продуктів харчування та є найпопулярнішою культурою в агровиробництві. Україна має сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для вирощування цієї культури, але ефективність її виробництва, порівняно з провідними виробниками Європи та світу, залишається низькою. Ефективність галузі залежить від багатьох факторів, зокрема збереження зібраного урожаю. Картопля, що закладається на зберігання, не повинна мати механічних пошкоджень, які спричиняють розвиток у бульбах збудників грибкових та бактеріальних хвороб. Під час збирання бульби картоплі взаємодіють із робочими органами машин і зазнають пошкоджень. Зокрема, однією з причин механічного пошкодження є удар бульб під час завантаження їх у транспортні засоби, перевезення та розвантаження. Пошук шляхів удосконалення процесу транспортування бульб картоплі є актуальним завданням. У статті викладено результати експериментальних досліджень, що спрямовані на виявлення основних видів механічних пошкоджень, які є наслідком ударних навантажень під час завантаження картоплі у кузов транспортного засобу, подальшого її транспортування та вивантаження. Встановлено, що найчастіше спостерігається такий вид пошкодження як здирання шкірки на бульбах – у 9,7%. З метою зменшення механічного пошкодження бульб картоплі під час розвантаження самоскидних кузовів технічних засобів запропоновано оснащувати кузов додатковим обладнанням, що гасить ударні навантаження. Модернізована конструкція кузова транспортного засобу для перевезення бульб картоплі містить регульовані рухомі вертикальні перегородки та розсувний задній борт. Модернізація кузова дозволяє зменшити швидкість висипання бульб картоплі з кузова внаслідок поступового і незалежного відкриття перегородок. Крім того, конструкція заднього борта унеможливує удар бульб по поверхні ґрунту.

Ключові слова:

картопля,
механічні пошкодження
картоплі,
транспортування картоплі,
самоскидний кузов,
вивантаження картоплі

Історія публікації:

Отримано 30.04.2023

Затверджено 01.06.2023

***Автор для листування:**

a.v.shymko@nuwm.edu.ua

DOI: 10.36910/acm.vi49.1018

Цитувати цю статтю:

Шимко, А. В., Бундза, О. З., & Мартинюк, В. Л. (2023). Пошкодження бульб картоплі під час транспортування. Сільськогосподарські машини, 49, 46-52. <https://doi.org/10.36910/acm.vi49.1018>

СТАН ПИТАННЯ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Україна є одним із найбільших виробників картоплі у світі. Зокрема, господарствами усіх форм власності було зібрано у 2020 році 20837,99 тис т картоплі, а в 2021 році – зібрано 21356,47 тис т картоплі (*Державна служба статистики України, 2023*).

У технологічному процесі виробництва картоплі найбільш трудо- та енерговитратною операцією є механізоване збирання картоплі. На збирання припадає 40–60% енерговитрат та 70% трудовитрат виробництва картоплі. Висока ефективність галузі картоплярства можлива лише за умови забезпечення повної механізації технологічних процесів на всіх етапах виробництва картоплі: підготовки поля, внесення добрив, висаджування картоплі, догляд за культурою, збирання картоплі, її транспортування та зберігання. Транспортування бульб картоплі спричиняє механічні пошкодження бульб, ступінь яких залежить від висоти падіння бульб та кількості їх падінь. Пошкодження бульб зумовлюють значні економічні збитки виробників цієї продукції, оскільки вона втрачає товарний вигляд і швидко псується.

Ще однією проблемою, що спричиняє збитки виробників картоплі, є поява чорних плям. Науковцями проведені дослідження з виявлення причин утворення чорних плям та впливу механічних пошкоджень бульб на розвиток чорної плямистості (*Molema, 1999*). Зокрема, встановлено, що розвиток чорних плям залежить не лише від сили механічних впливів, а й від фізичних, фізіологічних та

біохімічних характеристик бульб картоплі. Отже, зменшення механічних пошкоджень бульб – це найкращий спосіб уникнути утворення чорних плям на картоплі. Відсоток пошкодження бульб на етапах збирання, транспортування та первинного перероблення картоплі від загального їх пошкодження подано в **таблиці** (*Bouman, 1994*). Аналіз даних **таблиці** показує, що найбільший відсоток пошкодження бульб картоплі (33,1%) спостерігається під час її перероблення.

Дослідженням пошкодження картоплі та інших овочів під час транспортування, завантаження та вивантаження присвячено наукові праці (*O'Brian, 1972; Herold et al., 2001; Rady & Soliman, 2015; Загорянський та ін., 2018*). Зокрема, встановлено основні види механічних пошкоджень бульб картоплі у процесі взаємодії із робочими органами сільськогосподарських машин (*Заводнов, 2002*) (**рис. 1**): потемніння м'якоті (69,4%), тріщини (13,3%), здирання шкірки (8,4%),

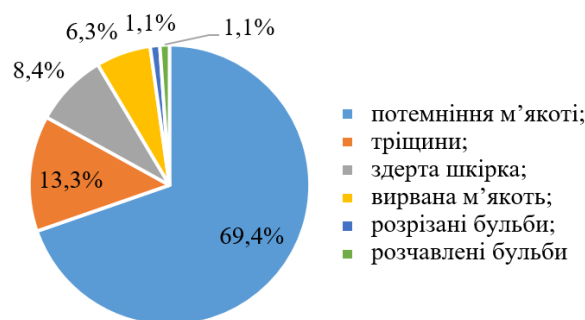


Рис. 1 – Розподіл механічних пошкоджень бульб картоплі

Таблиця – Пошкодження бульб картоплі під час технологічних операцій (*Bouman, 1994*)

Етапи збирання, транспортування та первинного перероблення картоплі	Пошкодження бульб, %
1	2
Збирання урожаю	14,7
Транспортування та проміжне зберігання	0,5
Транспортування стрічковим конвеєром та переміщення стаціонарним навантажувачом	1,5
Зберігання у сховищі	20,8
Відвантаження зі сховища	12,2
Транспортування вантажним автомобілем	14,2
Розвантаження вантажного автомобіля	3,0
Первинне перероблення (сортування, пакування)	33,1

Механічні пошкодження бульб картоплі спричиняють скорочення терміну зберігання продукції, що пояснюється проникненням і розвитком у бульбах збудників грибкових і бактеріальних хвороб. Отже, пошук шляхів удосконалення процесу транспортування бульб картоплі є актуальним завданням.

Мета дослідження – удосконалити конструкцію кузова технічного засобу для транспортування картоплі, яка б забезпечувала зменшення пошкодження бульб картоплі.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Під час дослідження використовувався метод спостереження. Оброблення даних проводили згідно з методикою статистичного оброблення даних.

Дослідження передбачали визначення основних видів пошкоджень, які отримують бульби картоплі під час завантаження у транспортні засоби та вивантаження із них. Дослідження проводили упродовж двох років у період збирання картоплі. Статистичне оброблення даних полягало у визначенні коефіцієнта варіації:

$$v = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100\% , \quad (1)$$

де v – коефіцієнт варіації; S – середнє квадратичне відхилення; \bar{x} – середнє значення параметра, що досліджується.

Середнє квадратичне відхилення:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{n - 1}} , \quad (2)$$

де n – число спостережень; x – значення параметра, що досліджується.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Вивезення картоплі з поля проводиться самоскидними вантажними автомобілями, вантажними автомобілями з самоскидними причепами чи напівпричепами або тракторним транспортом (із самоскидними причепами чи напівпричепами) (рис. 2).

Конструкції самоскидних транспортних засобів частково відповідають потребам

агропромислового комплексу. Це можна пояснити тим, що вони призначені для перевезення вантажів, які не потребують особливих умов завантаження / розвантаження, а також транспортування. Транспортні засоби, що використовуються для перевезення урожаю культур, які мають бути захищені від механічних пошкоджень внаслідок падіння, надмірного стискання та тертя, потребують удосконалення, зокрема шляхом їхнього оснащення додатковим устаткуванням. Відомі конструкції пристроїв, які дозволяють зменшити кількість таких пошкоджень, зокрема, прогумовані бічні поверхні кузова, рухоме днище тощо. Наприклад, у конструкції картоплезбирального комбайна SE 75-20 (виробник – Grimme) передбачена випускна воронка з гасником падіння, що забезпечує наповнення контейнерів та транспортних засобів без пошкодження бульб. Гідравлічний пристрій повертає воронку із потоком картоплі та дозволяє наповнювати високі транспортні засоби за всією шириною бункера (рис. 3).

Упродовж двох сезонів проводилися дослідження механічних пошкоджень бульб картоплі, які фіксували органолептичним методом. Бульби для досліджень відбирали як із кузова, так й після їх вивантаження із кузова. Результати досліджень представлено на рис. 4. З метою оцінювання мінливості ознак обчислювався коефіцієнт варіації, значення якого коливалося в межах 4,7–5,3%. Зображення механічних пошкоджень картоплі подано на рис. 5.

Для зменшення пошкодження бульб картоплі під час розвантаження самоскидних кузовів технічних засобів запропоновано встановити у кузові додаткове обладнання. За прототип вибрано відому конструкцію (Успенский и др., 2011). Кузов транспортного засобу містить одну поздовжню перегородку та шість поперечних перегородок (рис. 6). Під час аналізу конструкції кузова виявлено недоліки:

- перегородки, за умови перекидання кузова, відкриваються під вагою шару бульб, які ковзають днищем кузова; рівномірність вивантаження бульб може бути забезпечена лише за умови, якщо бульби будуть одного розміру;

- усі перегородки кузова відкриваються практично одночасно під час перекидання кузова, внаслідок чого на крайню перегородку

(зі сторони вивантаження кузова) буде діяти найбільша сила тиску, що спричинить прискорення потоку бульб і, відповідно, зростання сили удару при їх падінні, що недопустимо.

З метою усунення зазначених недоліків пропонується виконати перегородки з окремими модулями керування, що містять гідроциліндри, які з'єднано із гідросистемою трактора. Це дозволяє регулювати кут відхилення перегородок від вертикальної

площини. Крім того, конструкція дозволяє проводити незалежне відкриття (закриття) перегородок, що забезпечує рівномірний вихід потоку бульб із значно меншим прискоренням.

Задній борт має збірну конструкцію, що містить два листи, між якими розташовано лист, який покритий брезентовим полотном, що висувається з борта спрямовувачами. Схема запропонованого модернізованого кузова для транспортування картоплі подана на **рис. 7**.



Рис. 2 – Транспортний засіб для перевезення картоплі



Рис. 3 – Картоплезбиральний комбайн SE 75-20 з гасником падіння картоплі

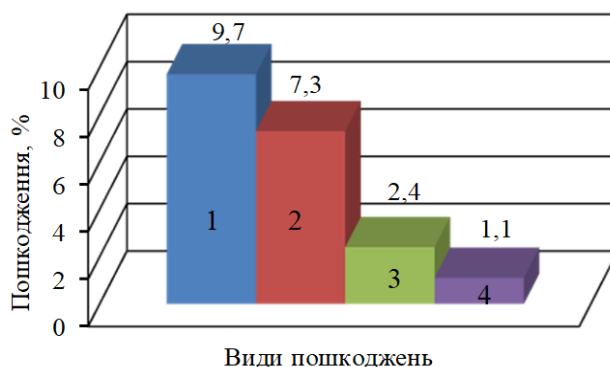


Рис. 4 – Механічні пошкодження бульб картоплі:

1 – пошкодження шкірки; 2 – почорніння м'якоті; 3 – тріщини та порізи; 4 – пошкодження м'якоті



Рис. 5 – Типові пошкодження бульб картоплі



Рис. 6 – Удосконалений кузов ТТА 2 ПТС-4:

1 – поперечні перегородки (рухливі); 2 – поздовжня перегородка; 3 – осі обертання перегородок;
4 – задній відкидний борт; 5 – днище кузова; 6 – передній борт

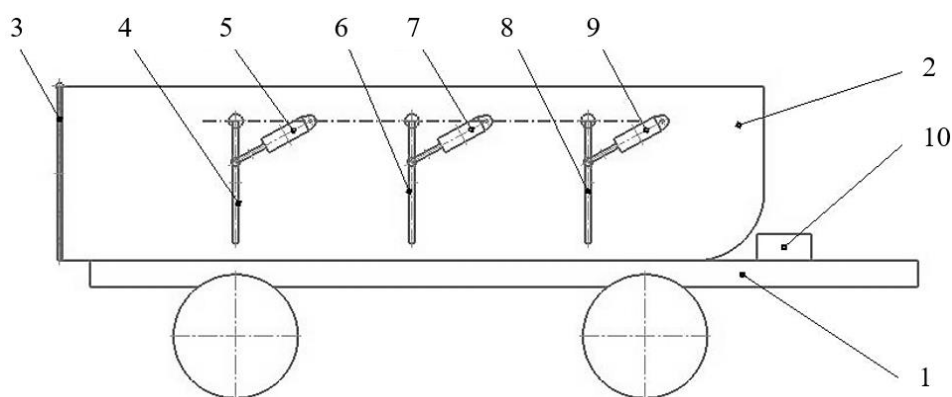


Рис. 7 – Схема модернізованого кузова:

1 – рама; 2 – кузов; 3 – задній відкидний борт; 4, 6, 8 – регульовані перегородки;
5, 7, 9 – гідроциліндри керування перегородками; 10 – корпус гідроциліндра

ВИСНОВКИ

Експериментальним шляхом доведено, що на етапі транспортування бульб картоплі вони зазнають механічних пошкоджень, зокрема: пошкодження шкірки, почорніння м'якоти, тріщини та порізи, пошкодження м'якоти. Найчастіше спостерігається пошкодження шкірки бульб – у 9,7% випадків.

Для зменшення механічних пошкоджень бульб картоплі запропоновано модернізовану конструкцію кузова транспортного засобу, яка відрізняється від відомих конструкцій регульованими перегородками.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Bouman, F. J. A. (1994). Rotating and accumulating savings and credit associations: A development perspective. *World Development*, 23(3), 371-384. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(94\)00141-K](https://doi.org/10.1016/0305-750X(94)00141-K)
- Herold, B., Geyer, M., & Studman, C. J., (2001). Fruit contact pressure distributions – equipment. *Computers and Electronics in Agriculture*, 32, 167-179.
- Molema, G. J. (1999). *Mechanical force and subcutaneous tissue discolouration in potato* [PhD Thesis]. Wageningen University, Wageningen.
- O'Brian, M. (1972). Bulk handling and transportation of fruits and vegetables. *Proceedings of the International Horticultural Congress* (pp. 405-411). Tel-Aviv.
- Rady, A. M., & Soliman, N. (2015). Evaluation of mechanical damage of Lady Rosetta potato tubers using different methods. *International Journal of Postharvest Technology and Innovation*, 5(2), 125-148. <https://doi.org/10.1504/IJPTI.2015.074322>
- Державна служба статистики України. (2023). *Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур за їх видами та по регіонах (Areas, gross harvests and productivity of agricultural crops by their types and by regions)*. Retrieved April 26, 2023, from <https://www.ukrstat.gov.ua/>
- Заводнов, С. В. (2002). *Исследования взаимодействия клубней картофеля с рабочими органами сельскохозяйственных машин (Study of the interaction of potato tubers with the working bodies of agricultural machines)* [Дисертація канд. техн. наук]. Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина, Москва.
- Загорянский, В. Г., Гайкова, Т. В., Хорольский, В. Л., & Кузев, І. О. (2018). Збереження якісних характеристик картоплі в післязбиральний період шляхом удосконалення процесу транспортування і супутніх операцій (*Preservation of quality characteristics of potatoes in the post-harvest period by improving the transportation process and related operations*). *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*, 4, 81-86.
- Успенский, И. А., Булатов, Е. П., Рембалович, Г. К., Кокорев, Г. Д., & Юхин, И. А. (2011). Патент РФ 105233. *Самосвальный кузов транспортного средства для перевозки легкоповреждаемой сельскохозяйственной продукции (Dump body of a vehicle for the transportation of easily damaged agricultural products)*. Москва: Федеральная служба по интеллектуальной собственности РФ.