

ANALYTICAL REVIEW OF ONION HARVESTING MACHINES

O. Zmievsk^a*, N. Yuvch^yk

National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine



ABSTRACT

*Onion is a vegetable crop that is one of the most needed in the food industry. Onion farms use various agrotechnical measures to increase productivity and preserve the crop. Onion harvesting is a complex technological process, which is often carried out manually, resulting in financial losses for farmers. In Ukraine, the level of mechanization of onion (*Allium cepa* L.) harvesting is relatively low compared to other vegetable crops such as potatoes. Mechanization of onion harvesting with the help of potato diggers is not rational due to the significant difference in the physical and mechanical properties of the onion, which causes significant trauma to the onion. The article discusses various onion harvesting technologies and technical means for their implementation. The main factors that characterize single-phase and two-phase onion harvesting technologies are determined. An analysis of the complex of foreign onion harvesting machines designed for the implementation of single-phase and two-phase onion harvesting technologies was carried out. It was found out that there are no machines of domestic production. Only in 2023 Ukraine produced a prototype of an onion harvester. The review of onion harvesting machines showed that the main direction of their development is the creation of machines with high efficiency of technological operations and combination of several operations. The use of such machines by agricultural producers will ensure fuel economy and high quality of products, reduce the use of manual labor. In order to secure the domestic market for onions, reduce the import of vegetables and restore the status of Ukraine as an onion exporter, it is important to activate the development of domestic equipment, taking into account the characteristics of soils, the organization of production processes in Ukraine, as well as the main trends in the development of technologies and machinery for this industry.*

Key words:

onion,
growing onions,
onion harvesting,
onion harvesting equipment,
onion digging

Article history:

Received 22.05.2024

Accepted 17.06.2024

***Corresponding author:**

o.g.zmievsk@nuwm.edu.ua

DOI: 10.36910/acm.vi50.1383

To cite this article:

Zmievsk^a, O., & Yuvch^yk, N. (2024). Analytical review of onion harvesting machines. *Agricultural Machines*, 50, 81-87. <https://doi.org/10.36910/acm.vi50.1383>

УДК 635.25

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ ЦИБУЛІ

О.Г. Змієвська*, Н.О. Ювчик

*Національний університет водного господарства та природокористування,
Рівне, Україна*

АНОТАЦІЯ

Цибуля – це овочева культура, яка є однією з найбільш потрібних у харчовій промисловості. Господарства, які займаються вирощуванням цибулі, використовують різні агротехнічні заходи з метою підвищення урожайності та збереження урожаю. Збирання цибулі – це складний технологічний процес, що часто виконують з використанням ручної праці, що спричиняє фінансові втрати для фермерів. В Україні рівень механізації збирання цибулі (*Allium sera L.*) відносно низький порівняно з іншими овочевими культурами, наприклад, картоплею. Механізація збирання цибулі за допомогою картоплекопачів не є раціональною внаслідок значної різниці між фізико-механічними властивостями плодів, що спричиняє значне травмування цибулин. У статті розглянуті різні технології збирання цибулі та технічні засоби для їх реалізації. Визначені основні фактори, які характеризують однофазну та двофазну технології збирання цибулі. Виконано аналіз комплексу машин закордонного виробництва для збирання цибулі, що призначені для реалізації як однофазної, так і двофазної технології збирання цибулі. Встановлено, що немає машин вітчизняного виробництва. Україна лише у 2023 році виготовила дослідний зразок цибулезбирального комбайна. Огляд техніки для збирання цибулі показав, що основним напрямом її розроблення є створення машин з високою продуктивністю виконання технологічних операцій та які поєднують декілька операцій. Використання таких машин агровиробниками забезпечить економію палива та високу якість продукції, зменшить використання ручної праці. Для забезпечення внутрішнього ринку цибулею і, відповідно, зменшення імпортного постачання овочів та відновлення статусу України як експортера цибулі важливо активізувати розроблення вітчизняної техніки з урахуванням особливостей ґрунтів, організації виробничих процесів в Україні, а також з урахуванням основних тенденцій розвитку технологій і машин для цієї галузі.

Ключові слова:

цибуля,
вирощування цибулі,
збирання цибулі,
цибулезбиральна техніка,
викопування цибулі

Історія публікації:

Отримано 22.05.2024

Затверджено 17.06.2024

***Автор для листування:**

o.g.zmievska@nuwm.edu.ua

DOI: 10.36910/acm.vi50.1383

Цитувати цю статтю:

Змієвська, О. Г., & Ювчик, Н. О. (2024). Аналітичний огляд машин для збирання цибулі. *Сільськогосподарські машини*, 50, 81-87. <https://doi.org/10.36910/acm.vi50.1383>

СТАН ПИТАННЯ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Цибуля – це одна з цінних культур, яка здатна добре зберігатися без додаткового оброблення тривалий час. Цибуля – дуже поширена, вона є багатим джерелом харчових флавоноїдів, містить в ідеальній пропорції три різноманітні та дуже цінні фітохімічні речовини: флавоноїди, фруктани, сірко-органічні сполуки (Pareek et al., 2017). Особливості цієї рослини дозволяють її вирощувати упродовж цілого року за умови вибору відповідної технології. Цибулю дуже широко використовують у харчовій промисловості, а також у свіжому вигляді в харчуванні людини. У народній медицині на основі цибулі роблять різні лікарські засоби.

У світі понад 170 країн вирощують цибулю для власного споживання. Аналіз статистичних даних свідчить про те, що протягом останніх десяти років показник вирощування цибулі подвоївся. Найбільшими виробниками цибулі є Китай та Індія. Інші країни забезпечують близько половини світового виробництва цибулі (YARA, n.d.).

З економічної точки зору вирощування цибулі досить витратний вид діяльності, що пояснюється значними затратами праці, необхідністю залучення сезонних працівників. Процес збирання цибулі виконують за двома технологіями: однофазною та двофазною. За однофазної технології цибулю викопують на полі та відразу спрямовують на зберігання. Пізніше її сушать та зрізують бадилля. Двофазна технологія передбачає проведення всіх операцій (зрізування бадилля, формування валків, сушіння, збирання) безпосередньо на полі, з подальшим транспортуванням з поля.

Двофазна технологія збирання цибулі набула широкого поширення. Це пояснюється її перевагами: сушіння проходить в природних умовах, що сприяє накопиченню цибулинами значної кількості корисних речовин, а також унеможливорює попадання шкідливих бактерій в середину, оскільки зона шийки висихає.

На основі аналізу досліджень технологій вирощування і збирання цибулі, що викладені у наукових працях (Кушнарьов та ін., 2015; Гордієнко, 2023; Малярчук та ін., 2023), узагальнено основні характерні фактори, що дозволяють оцінити ефективність технологій (таблиця). Процес збирання цибулі є найбільш ресурсозатратним етапом її виробництва (Мігальов та ін., 2012; Kumawat & Raheman, 2022). Це пояснюється підйомом значного ґрунтового пласта під час вилучення плодів цибулі з ґрунту та потребою подальшого очищення вороху від ґрунтових й рослинних домішок на сепарувальних робочих органах. Механізоване збирання цибулі досліджено у наукових працях (Zamani Dehyaghoubi et al., 2018; Mimin, 2000; Kumawat & Raheman, 2022; Naik et al., 2024; El-Waseef et al., 2024).

Не зважаючи на проведені дослідження технологій механізованого збирання цибулі, залишаються нерозв'язаними проблеми, що, переважно, пов'язані з недосконалістю конструкцій викопувальних та сепарувальних робочих органів машин для збирання цибулі. Сучасну техніку для збирання цибулі в Україні не випускають, що стримує розвиток цієї галузі овочівництва. Сьогодні на ринку представлені закордонні машини, які через високу вартість та складність проведення ремонту є недоступними для більшості агровиробників.

Таблиця – Фактори, які характеризують технології збирання цибулі

Фактори	Технологія збирання	
	однофазна	двофазна
Пошкодження цибулин за багаторазової взаємодії з робочими органами	-	+
Незначні витрати енергії на сушіння цибулі	-	+
Значна залежність термінів та якості збирання від погодних умов	-	+
Ущільнення поверхні ґрунту внаслідок впливу ходових систем машин, що виконують послідовні операції	-	+
Незначний часовий період виконання процесу збирання	+	-
Відсутність потреби у використанні хімічних речовин	+	-
Витрати на закупівлю сушарок	+	-

Мета дослідження – виконати аналіз машин для збирання цибулі за різними технологіями.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Проведено аналіз засобів механізації вітчизняного виробництва та провідних країн світу для реалізації механізованого процесу збирання цибулі. Інформаційною базою для дослідження були наукові праці вітчизняних та закордонних вчених, інші інформаційні ресурси.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Першою операцією двофазної технології збирання цибулі є зрізування бадилля. Для реалізації операції успішно використовують машину для зрізування бадилля Krukowiak (Польща). Ця машина (рис. 1) має оригінальну конструкцію ріжучого робочого органу, що містить три голівки з двома ножами, які встановлюються під кутом 45 град до поверхні ґрунту та забезпечують точне зрізування. Під час роботи ножі зі встановленими над ними заслінками формують повітряний потік. Внаслідок впливу потоку повітря бадилля відривається від ґрунту, а ножі його якісно зрізають. Позаду цієї машини змонтовано спеціальний канал для спрямування бадилля у міжрядковий простір для перегнивання.

Наступний етап збирання, незалежно від технології, – викопування цибулин. Копач КЛ-1,4А викопує цибулини з ґрунту, частково очищає їх від ґрунту та укладає у валки для

подальшого сушіння. Після сушіння цибулю підбирають та транспортують її з поля. Збирають урожай цибулі копачами ЛКГ-1,4, ЛКП-1,8 та копачем-валкоукладачем КЛ-1,4А, що підкопують та укладають її у валки для сушіння та досягання. Копач-валкоукладач КЛ-1,4А добре зарекомендував себе на полях України, формуючи рівні цибулеві валки. Рівномірне розташування цибулин у валках сприяє їх швидкому сушінню (рис. 2 та 3). На ринку України також є цибулекопачі Holaras UR135 S (Німеччина) (рис. 4) та OD 1400 (Італія). Поміж переваг цибулекопача Holaras є висока надійність конструкції, практично відсутні втрати під час збирання урожаю, що забезпечується встановленими з кожного боку, крім валика для копання, дискових сошників та передплужників. Також вібротранспортер, на який подається викопана цибуля, створює умови для самоочищення цибулин, які далі транспортером та жолобом спрямовуються неущкодженними на поверхню поля.

Для збирання цибулі та навантаження її на транспортер використовують підбирачі цибулі Z-437/1, підбирачі Z-437 та Imac OL, машину для збирання Imac RC 80/90-NE (рис. 5).

Відомими закордонними виробниками техніки для збирання цибулі є компанії Asa-Lift (Данія), SIMON (Франція) та VSS Machinebouw BV (Нідерланди). Виробники пропонують техніку як для двофазної, так й для однофазної технології збирання цибулі, зокрема, цибулезбиральні комбайни. Найбільш відомим розробником комбайнів для збирання цибулі є VSS Machinebouw BV (рис. 6).



Рис. 1 – Машина для зрізування бадилля Krukowiak



Рис. 2 – Копач-валкоукладач КЛ-1,4А



Рис. 3 – Викопування цибулі копачем-валкокладачем КЛ-1,4А



Рис. 4 – Цибулекопач Holaras UR135 S



Рис. 5 – Машина для збирання цибулі Imac RC 80/90-NE



Рис. 6 – Комбайн VSS Machinebouw BV

Цибулезбиральний комбайн (VRU) у стандартній комплектації поставляється як повноцінна машина, яка видаляє бадилля, викопує цибулю та валкує її. Привод машини здійснюється від валу відбору потужності. Комбайн VSS Machinebouw BV має низку переваг: міцна конструкція; простий в обслуговуванні завдяки невеликим легким кожухам та автоматичним натягувачам ланцюга; вулканізовані колеса глибини, що виключають проколи; стандартне світлодіодне освітлення.

Цибулезбиральний комбайн Asa Lift (рис. 7) забезпечує ефективне зрізування цибулиння перед збиранням цибулі. Три комплекти ножів, що обертаються, піднімають бадилля, зрізають його та відкидають у колію від правого колеса. Висота ріжучих ножів встановлюється вручну шляхом регулювання висоти 4-х коліс, на яких розташований пристрій. Як додаткова опція колеса комбайна можуть мати гідравлічне регулювання. Цибулезбиральний комбайн приводиться у роботу від валу відбору потужності трактора.

Виробник сільськогосподарських машин Grimme (Німеччина) представив новий комбайн для двофазного збирання цибулі серії WV (рис. 8). Комбайн Grimme обладнано прийомними лопатями, які на вибір виготовляють у гумовому або щітковому варіантах. Обидва варіанти особливо гнучкі, лопаті відхиляються вгору за значного потоку продукту для зменшення тиску на цибулю. Завдяки зміщеному розташуванню прийомних лопатей урожай дбайливо передається на перший просівальний транспортер. При цьому лопаті запобігають скочуванню цибулин, тому формується щільний валок. Система Voogie розрівнює та ущільнює ґрунт, а також запобігає глибокому зануренню зібраного урожаю у ґрунт. Під час підбирання валків менше захоплюється грудок ґрунту. Урожай краще просушується і, відповідно, зберігається (AGROTIMES, 2020).

Українська компанія «Технолоджи Україна» у 2023 році розробила гібридний комбайн для збирання овочів, зокрема, цибулі EZY LIFT Xtra EL1500 (рис. 9).



Рис. 7 – Цибулезбиральний комбайн Asa Lift



Рис. 8 – Цибулезбиральний комбайн Grimme



Рис. 9 – Комбайн для збирання овочів EZY LIFT Xtra EL1500



Рис. 10 – Самохідний комбайн для збирання цибулі компанії Holars

Проведений аналіз показує, що сучасна техніка для збирання цибулі оснащується обладнанням для автоматичного управління глибиною та шириною рядків, також запроваджуються системи автоматичного ведення збиральних секцій гребенем. Лідером автоматизації робочих процесів є компанія Lee Shukhne & Sons, Inc. (США), яка пропонує самохідні комбайни для збирання цибулі. Висока продуктивність (80–160 т/год) та автоматизація процесів збирання й очищення цибулі роблять ці машини одними з найкращих. Самохідний комбайн для збирання цибулі також випускає фірма Holars (Нідерланди) (рис. 10).

Огляд техніки для збирання цибулі продемонстрував, що основним напрямом розроблення техніки є створення машин з високою продуктивністю, які б забезпечували збирання цибулі з мінімальним травмуванням.

ВИСНОВКИ

Механізовані технології збирання цибулі порівняно з ручною працею мають переваги:

висока продуктивність, якість виконання технологічного процесу, нижча собівартість готової продукції, економія трудових ресурсів. Виконаний аналіз виявив, що вітчизняна техніка для збирання цибулі відсутня (у 2023 році виготовлено лише дослідний зразок), з цієї причини агровиробники повинні закуповувати закордонну техніку для однофазної чи двофазної технології збирання цибулі, зокрема, самохідні комбайни.

З метою забезпечення ефективного розвитку овочівницької галузі в Україні, зокрема, виробництва цибулі, необхідно активізувати роботу, що спрямована на конструкторське розроблення технічних засобів для збирання цибулі, особливо для невеликих фермерських господарств, які активно розвиваються.

Роботи зі створення машин для збирання цибулі необхідно проводити з урахуванням сучасних тенденцій на ринку. Зокрема, використовувати у конструкції машин сучасні комп'ютерні та інформаційні технології, що дозволить підвищити продуктивність та якість

технологічних операцій, а також зменшити експлуатаційні витрати та забезпечити керування й контроль за роботами.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- AGROTIMES. (2020). *Grimme випустив новий комбайн для цибулі (Grimme released a new onion harvester)*. Retrieved May 1, 2024, from <https://agrotimes.ua/tehnika/grimme-vypustyv-novy-j-kombajn-dlya-czybuli/>
- El-Waseef, Sh. M., Abdel-Mageed, H. N., & Ramadan, Y. Y. (2023). Development a unit for onion harvesting. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 14(1), 17-26.
- Kumawat, L., & Raheman, H. (2022). Mechanization in onion harvesting and its performance: A review and a conceptual design of onion harvester from indian perspective. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series A*, 103, 295-304. <https://doi.org/10.1007/s40030-021-00611-3>
- Naik, M. A., Pateriya, R. N., & Ramulu, Ch. (2024). Onion harvester with topping unit. A complete harvesting machine for onion. *Indian Farming*, 74(1), 25-27.
- Pareek, S., Sagar, N. A., Sharma, S., & Kumar, V. (2017). Onion (*Allium cepa* L.). In E. M. Yahia (Ed.), *Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry and Human Health* (pp. 1145-1162). <https://doi.org/10.1002/9781119158042.ch58>
- YARA. (н.д.). *Світове вирощування цибулі (World cultivation of onions)*. Retrieved May 1, 2024, from <https://www.yara.ua/crop-nutrition/onion/onion-and-garlic-key-facts/world-onion-production/>
- Zamani Dehyaghoubi, M. A., Jafari Naeimi, K., Shamsi, M., & Maghsoudi, H. (2018). Development and evaluation of an onion harvester machine with excrecence axes. *Journal of Agricultural Machinery*, 8(2), 249-262.
- Гордієнко, І. М. (2023). Вплив строків збирання на врожайність і збереженість цибулі ріпчастої (*The influence of harvesting periods on the yield and preservation of onions*). В *Modern Research in World Science. Lviv, Ukraine* (pp. 30-35).
- Кушнарьов, А., Шустік, Л., Маринін, С., & Мариніна, Л. (2015). Техніко-технологічні рішення вирощування та збирання цибулі ріпчастої (*Technical and technological solutions for growing and harvesting onions*). *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*, 19, 256-263.
- Малярчук, В. М., Мігальов, А. О., Ревтьо, О. Я., & Іванів, М. О. (2023). Технологія механізованої післязбиральної доробки цибулі та її науково-технічна експертиза (*Technology of mechanized postharvest handling of onion and its scientific-technical expertise*). *Вісник Сумського національного аграрного університету*, 2(52), 36-43. <https://doi.org/10.32782/msnau.2023.2.6>
- Мігальов, А., Сидоренко, В., & Міснік, Ю. (2012). Машини для збирання цибулі в степовій зоні півдня України (*Machines for harvesting onions in the steppe zone of southern Ukraine*). *Аграрна техніка та обладнання*, 1(18), 49-51.
- Мітін, В. М. (2000). *Вдосконалення технології та технічних засобів механізованого збирання цибулі (Improvement of technology and technical means of mechanized onion harvesting)* [Дис. канд. техн. наук]. Таврійська державна агротехнічна академія, Мелітополь.