

Академія Прикладних Наук



МАТЕРІАЛИ

**VI Міжнародної Інтернет-конференції
«ІННОВАЦІЇ: теорія і практика»**

17 листопада – 19 грудня 2025 року

м. Кропивницький

УДК 656+631(082)

Матеріали VI Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «ІННОВАЦІЇ: теорія і практика». Кропивницький: Академія Прикладних наук. 2025. – 221 с.

В матеріалах конференції викладені питання конструювання, експлуатації, удосконалення техніки і технологій АПК, агрономії, транспортних технологій.

Даний збірник є виданням, в якому публікуються основні результати наукових досліджень вчених, аспірантів, здобувачів, студентів – учасників Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «ІННОВАЦІЇ: теорія і практика».

Матеріали конференції були у вільному доступі на сайті <https://apn.biz.ua/conferences> і обговорювались на платформі АПН з 17 листопада по 19 грудня 2025 року.

Матеріали збірника розраховані на наукових і інженерно-технічних робітників науково-дослідних інститутів, закладів вищої освіти, конструкторських організацій, промислових підприємств, фермерських господарств тощо.

Відповідальний за випуск: Васильковський О.М., к.т.н., професор, член-кореспондент АПН.

Редакційна колегія: Васильковська К.В., к.т.н., доцент, член-кореспондент АПН;

Лещенко С.М., к.т.н., доцент, член-кореспондент АПН;

Мороз М.М., д.т.н., професор, почесний академік АПН;

Мороз С.М., к.т.н., доцент, член-кореспондент АПН;

Петренко Д.І., к.т.н., доцент, член-кореспондент АПН.

Електронна адреса редакційної колегії: academia.apn@gmail.com

Автори опублікованих матеріалів несуть відповідальність за підбір і точність наведених фактів, цитат, економіко-статистичних даних, власних імен та інших відомостей, а також за те, що матеріали не містять даних, які не підлягають відкритій публікації.

Редакція може публікувати матеріали в порядку обговорення, не поділяючи точки зору автора.

MODELOWANIE ZUŻYCIA ENERGII DRONÓW W KONTEKŚCIE ROSNĄCYCH WYMAGAŃ OPERACYJNYCH

*S. Kharchenko, dr hab. inż.
S. Samborski, dr hab. inż., prof.
Politechnika Lubelska, Lublin, Polska*

Rosnąca liczba zastosowań bezzałogowych statków powietrznych (BSP) w inspekcji infrastruktury, rolnictwie, logistyce czy bezpieczeństwie publicznym, prowadzi do konieczności opracowywania coraz bardziej zaawansowanych modeli zużycia energii oraz optymalizacji konstrukcyjnej.

Dane operacyjne dotyczące wykorzystania dronów w Europie wskazują na systematyczny wzrost liczby lotów oraz dywersyfikację ich celów. Według Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa Lotniczego (EASA) zarejestrowano ponad 1,6 miliona operatorów dronów, co czyni sektor BSP jednym z najszybciej rozwijających się segmentów lotnictwa cywilnego na kontynencie [1]. Na poziomie globalnym wartość rynku dronów komercyjnych szacuje się na ok. 30 mld USD w 2024 roku, z prognozowanym wzrostem do 55 mld USD do 2030 roku, co odpowiada średniemu rocznemu wskaźnikowi wzrostu (CAGR) rzędu 10–11% [2].

Problematyką energetyki BSP zajmowali się naukowcy [3-5], podkreślając znaczenie masy całkowitej, prędkości oraz charakterystyk aerodynamicznych. Modele zużycia energii BSP obejmują elementy mocy unoszącej, oporów napędowych, strat układowych oraz wpływu masy ładunku użytecznego. Badania wykazują [6], że masa całkowita BSP – w tym masa ładunku użytecznego – wpływa w sposób istotny i nieliniowy na zużycie energii w trakcie lotu, co w konsekwencji oddziałuje na maksymalny czas trwania misji oraz zasięg operacyjny. Publikacje dotyczące planowania trajektorii i logistyki BSP dodatkowo wskazują na znaczenie dokładnego modelowania energetycznego w kontekście misji dalekiego zasięgu [7,8].

Celem pracy jest modelowanie zużycia energii BSP z uwzględnieniem kluczowych parametrów operacyjnych (masa statku, masa ładunku użytecznego, prędkość lotu oraz dostępna energia akumulatora), oraz ocena wpływu masy na czas lotu/zasięg. Praca ma również przygotować podstawy teoretyczne do przyszłych badań konstrukcyjnych, w tym optymalizacji masy ramy.

Energia misji BSP jest sumą mocy wymaganej do wytworzenia siły nośnej, pokonania oporów aerodynamicznych oraz strat wewnętrznych układu napędowego. Podstawę analitycznego modelu stanowi uogólniony opis zużycia energii dronów opracowany w [3], na podstawie analizy sił nośnych i oporów działających na UAV o napędzie elektrycznym. Model ten można stosować pod warunkiem, że lot odbywa się w stanie ustalonym, w warunkach niskich prędkości (typowych dla wielowirnikowców), przy stałej wysokości oraz gdy zakłada się brak gwałtownych manewrów oraz brak znacznych zaburzeń aerodynamicznych.

Model energii można więc opisać równaniem:

$$E = \left[\frac{k_i(mg)^{3/2}}{\sqrt{\rho A}} + k_p v^3 + P_0 \right] \frac{L}{v}, \quad (1)$$

gdzie E – energia całkowita misji BSP [Wh]; $m = m_0 + m_p$ – masa całkowita [kg], m_0 – masa własna dronu bez ładunku użytecznego [kg], m_p – masa ładunku użytecznego [kg]; g – przyspieszenie ziemskie (9,81 m/s²); ρ – gęstość powietrza [kg/m³]; A – powierzchnia dysków śmigieł dronu (tzw. disk area) [m²]; k_i – współczynnik związany z charakterystyką wytwarzania siły nośnej (zależny od geometrii i liczby wirników); k_p – współczynnik strat aerodynamicznych zależny od oporów postępowych; v – prędkość lotu ustalonego [m/s]; P_0 – moc strat

wewnętrznych układu (straty ESC, przewodów, elektroniki) [W]; L – długość pokonywanej trasy misji [m].

Masa całkowita (m) ma kluczowy wpływ na wartość elementu unoszącego. Zależność ta jest nieliniowa względem masy, co oznacza, że wzrost ładunku o 1 kg nie powoduje liniowego zwiększenia zużycia energii, lecz przyrost znacznie szybszy.

Z punktu widzenia energetyki lotu dronów wielowirnikowych czas lotu oraz zasięg są zmiennymi pochodnymi od energii dostępnej w zasobie akumulatorowym oraz od mocy chwilowej, jakiej wymaga utrzymanie stabilnego lotu. Przy ustalonym profilu misji i stałej prędkości lotu, zużycie energii jest bezpośrednio związane z zapotrzebowaniem mocy określonym w równaniu (1), a więc zarówno masa drona, jak i warunki aerodynamiczne determinują czas trwania misji [3, 5]. Aby opisać tę zależność w sposób ogólny, zakłada się, że dron zużywa energię z akumulatora w tempie odpowiadającym średniej mocy aerodynamiczno-mechanicznej, co pozwala na wyprowadzenie zależności na czas lotu.

W konsekwencji czas lotu BSP można wyrazić jako:

$$T(m_p) = \frac{\eta L E_{bat}}{E v}, \quad (2)$$

gdzie E_{bat} oznacza dostępną energię akumulatora, natomiast η jest sprawnością całkowitą układu napędowego, obejmującą straty w regulatorach ESC, przewodach, łożyskach oraz efektywność aerodynamiczną wirników.

Zależność ta jest szeroko stosowana w modelowaniu energetycznym UAV i znajduje potwierdzenie w badaniach eksperymentalnych, w których czas lotu koreluje z ilorzem zasobu energetycznego i średniej mocy w trakcie misji [4]. Zależność (2) obowiązuje przy założeniu lotu w stanie ustalonym, stałej prędkości oraz braku gwałtownych manewrów, które mogłyby istotnie zmienić profil mocy.

Zasięg BSP jest bezpośrednią konsekwencją czasu lotu i prędkości przelotowej. W przypadku lotu o prędkości stałej:

$$R(m_p) = v \cdot T(m_p), \quad (3)$$

co wynika z klasycznej kinematycznej definicji drogi przebytej w czasie T .

Zależność ta jest powszechnie stosowana w analizach logistycznych i planowaniu misji UAV [7,8]. W modelu energetycznym wykorzystuje się ją do estymacji zasięgu dla różnych mas ładunku, co jest szczególnie istotne dla dronów transportowych i inspekcyjnych. Liczne badania [9] potwierdzają, że zasięg maleje nieliniowo wraz ze wzrostem masy, co wynika z rosnącej mocy potrzebnej do utrzymania lotu i wynikających z tego strat energetycznych.

W zastosowaniach praktycznych równania (2) i (3) są stosowane jako podstawowe narzędzia do planowania misji, estymacji autonomii oraz optymalizacji profilu lotu, a także jako podstawy do symulacji wielokryterialnych obejmujących ładowność, prędkość oraz poziom energii dostępnej na pokładzie.

Z powyższych równań wynika, że masa ładunku wpływa jednocześnie na wszystkie trzy parametry: energię misji, czas lotu oraz zasięg. Jest to jeden z czynników efektywności współczesnych BSP.

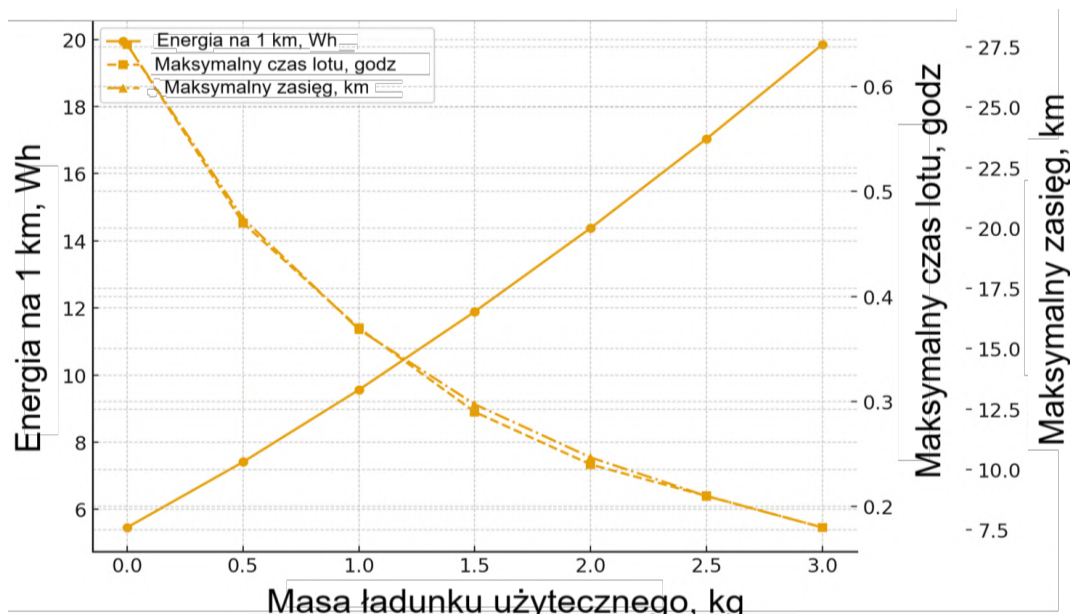
Wyniki obliczeń można przeanalizować na podstawie zależności (rys.1): zużycie energii (na 1 km), maksymalny czas lotu oraz maksymalny zasięg w funkcji masy ładunku.

Obliczenia przeprowadzono dla ramy BSP GEPRC Mark4 LR10 z akumulatorem 6S 8000 mAh [10].

Krzywa energii (rys.1) wykazuje charakter rosnący: przy ładunku 0,5 kg energia wynosi ok. 10 Wh/km, natomiast przy 3 kg przekracza 18 Wh/km. Oznacza to wzrost zapotrzebowania energetycznego o ponad 80%. Czas lotu zmniejsza się w sposób wyraźny, co potwierdza zależność odwrotna pomiędzy masą a czasem możliwej misji. W podobny sposób spada maksymalny zasięg – z ponad 27 km przy braku obciążenia do poniżej 10 km dla maksymalnego

ładunku. Wyniki te są zgodne z obserwacjami eksperymentalnymi [4], gdzie jest wykazane, że masa ładunku jest dominującym czynnikiem ograniczającym efektywność operacyjną dronów logistycznych.

Interpretacja wykresu wskazuje, że energia rośnie szybciej niż masa ładunku, natomiast czas lotu i zasięg maleją nieliniowo, co jest typowe dla dronów wielowirnikowych. Wyniki te stanowią bezpośrednie uzasadnienie dla badań konstrukcyjnych nad redukcją masy ramy.



Rys.1. Energia, czas lotu i zasięg BSP w funkcji masy ładunku użytecznego

Wnioski. Modelowanie energetyczne dronów jest kluczowym elementem projektowania misji oraz konstrukcji BSP. Z przedstawionych modeli wynika, że masa statku (w szczególności masa ramy) ma wpływ na efektywność energetyczną. Z tego względu konieczne jest równoległe prowadzenie badań konstrukcyjnych i materiałowych, obejmujących projektowanie lekkich i sztywnych struktur o wysokiej odporności na obciążenia dynamiczne. Perspektywę rozwoju w kierunku optymalizacji konstrukcji ram BSP obejmuje: redukcję masy własnej, poprawę sztywności, minimalizację wibracji oraz integrację nowych materiałów kompozytowych.

Literatura

1. European Union Aviation Safety Agency. (2023). *EASA Annual Safety Review 2023*. <https://www.easa.europa.eu>.
2. Drone Industry Insights. (2024). *Drone Market Report 2024–2030: Global UAV Industry Analysis and Forecast*. <https://droneii.com>.
3. Liu, Z., Sengupta, R., & Kurzhanskiy, A. (2017). *A power consumption model for multi-rotor small unmanned aircraft systems*. In 2017 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS) (pp. 310–315). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICUAS.2017.7991310>.
4. Rodrigues, T. A., Flores, R. J., Young, S. B., & Kirchain, R. (2022). *Drone flight data reveal energy and greenhouse gas emissions savings for small package delivery*. *Patterns*, 3(8), 100569. <https://doi.org/10.1016/j.patter.2022.100569>.
5. Jacewicz, M., Żugaj, M., Głębcoki, R., & Bibiko, P. (2022). *Quadrotor model for energy consumption analysis*. *Energies*, 15(19), 7136. <https://doi.org/10.3390/en15197136>.
6. Beigi, P., Rajabi, M. S., & Aghakhani, S. (2022). *An overview of drone energy consumption factors and models*. In M. Fathi (Ed.), *Handbook of Smart Energy Systems*. 1–20. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-72322-4_200-1.
7. Stolaroff, J.K. et al. *Energy use and life cycle greenhouse gas emissions of drones for commercial package delivery*. *Nature Communications*, 2018. 10.1038/s41467-017-02411-5.
8. Dorling, K. et al. *Vehicle routing problems for drone delivery*. *IEEE Trans. Systems, Man, and Cybernetics*, 2016. DOI: 10.1109/TSMC.2016.2582745.
9. Bangura, M., & Mahony, R. (2014). *Real-time power and thrust estimation on a quadrotor*. *IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, 2014, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICRA.2014.6907485>.

THE INFLUENCE OF SEEDLINGS' PLANTING DEPTH ACCURACY ON THEIR SURVIVABILITY

*V. Badiul, PhD student;
M. Cătană, PhD student;
A. Melnic, university assistant*

Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova

Agricultural production is one of the main economic sectors of the Republic of Moldova and Ukraine, therefore improving crop cultivation technologies is of utmost importance in the context of increasingly fierce competition. Along with this, vegetable growing is also one of the main branches of agriculture in these countries, however, in recent decades, due to the reduction of markets for the sale of products and a number of other reasons, vegetable growing has not been going through the best of times, which has ultimately led to a reduction in the area for growing the main vegetable crops of the region [1]. In Moldova, the area for growing vegetables has decreased threefold [2].

One of the reasons that led to the reduction in vegetable production is climate problems, which made cultivation unprofitable, and the lack of water and modern irrigation systems led to a sharp reduction in sown areas and an increase in import dependence [1, 2, 3]. However, this led to an increase in the area under other agricultural crops such as wheat, corn and sunflower, the products of which are well exported, since as a result of improvements in the production technology of these crops and technical means, their yields have increased significantly [4, 5, 6].

Production problems are also aggravated by existing problems associated with the technology of growing vegetable crops, which do not allow for maximum mechanization of technological processes, such as sowing seeds and planting seedlings [1, 7, 8].

One of the most important and labor-intensive technological operations in vegetable growing is planting seedlings and the shortage of workers involved in agricultural vegetable production is becoming increasingly noticeable. Therefore, in the current situation, mechanization of work during seedling planting plays an increasingly important role [1, 7].

Transplanting machines do not fully meet the agronomic requirements for the seedling planting process. The working parts of imported transplanters do not always match the physical and mechanical properties of the soil in which vegetables are to be grown. The consequence of that is significant wear of the working bodies of seeders or breakdowns associated with machine failure in the field during work [9, 10, 11].

Studying the fundamental problems of seedling planting technology is an important task in improving the design of seedling planting machines. The main problems with mechanization of the planting process are the low operating speed of seedling planting machines and the poor quality of seedling planting [13, 14]. The stability of planting depth is one of the most critical agronomic parameters, directly affecting the seedling survival rate, uniformity of development, and yield of agricultural crops grown from seedlings.

Traditional transplanting machines using mechanical contour following systems demonstrate insufficient accuracy, especially when operating at high speeds and on heterogeneous soils [6, 13, 15]. Deviations from the specified optimal depth exceeding +/- 5-10 mm can lead to significant yield losses and a decrease in the economic efficiency of production [16, 17].

Uneven planting depth leads to a number of negative consequences, such as [15, 18]:

- too shallow planting, which leaves the root system vulnerable to drying out and temperature fluctuations, which reduces the survival rate of seedlings;

- planting too deep, causing root collar rot (hypoxia) and weakening plants;
- uneven plant development due to uneven start of development, leading to competition between plants and a decrease in overall field productivity [19].

The aim of the study is to provide a theoretical justification and analysis of the problem of the influence of uneven seedling planting depth on its survival rate.

The work used methods of analyzing scientific literature, mathematical modeling of the dependence of survival on deviation in planting depth, and a comparative analysis of the accuracy characteristics of existing stabilization systems.

The influence of the deviation of the actual planting depth (h_{real}) from the optimal (h_{opt}) on the survival rate (P) can be approximated by a mathematical model based on a normal distribution, where the maximum survival rate is achieved at $\Delta h = 0$ [20].

$$\Delta h = h_{real} - h_{opt} = 0. \quad (1)$$

The model of plant survival depending on the deviation in seedling planting depth is as follows:

$$P(\Delta h) = P_{max} \cdot e^{-\frac{1}{2}(\frac{\Delta h}{\sigma})^2} + P_{min} \quad (2)$$

where: $P(\Delta h)$ – survival rate in case of deviation Δh , %;

P_{max} – maximum survival rate (e.g. 98%);

P_{min} – minimal survival rate (for example, 2%);

Δh – deviation from optimal depth, mm;

σ – standard deviation characterizing the sensitivity of the culture to changes in depth.

Table 1.

The effect of planting depth deviation on seedling survival rate

Deviation from optimal depth Δh , mm	Seedling survival rate P , %	Decreased survival rate ΔP , %
±5	97.5	0.5
±10	95.0	3.0
±15	90.0	8.0
±20	80.0	18.0
±30	65.0	33.0

Analysis of the data from Table 1 shows that with the typical accuracy of mechanical systems (+/- 10-15 mm), survival losses can reach 8%. Increasing the deviation to +/- 20 mm,

which often occurs on heterogeneous soils, leads to a drop in survival of 18% or more. This directly reduces potential yields and increases the costs of subsequent care.

To maintain the set planting depth, transplanting machines use stabilization systems based on parallelogram suspension [21], including:

- 1) Mechanical systems;
- 2) Hydraulic systems.

Disadvantages of mechanical systems include high inertia and passive control. Typical accuracy is +/- 10-15 mm, which is insufficient to minimize survival losses.

Disadvantages of hydraulic systems [22]:

- a) Force is regulated, not precise vertical position;
- b) Positioning accuracy is limited by valve sensitivity and fluid compressibility;
- c) Typical accuracy in the range of +/- 5-10 mm, which still does not allow to completely eliminate the negative influence of depth unevenness.

Table 2.

Comparative analysis of the accuracy of landing depth stabilization Systems

System type	Mechanism regulation	Typical accuracy of depth maintenance, mm
Mechanical	Passive copying	+/- 10 - 15
Hydraulic	Active force control	+/- 5 - 10

The insufficient accuracy of existing stabilization systems (Table 2) results in a significant portion of seedlings being planted with deviations exceeding the critical 10 mm (Table 1). Increasing the accuracy of existing stabilization systems will improve survival. Reducing the standard deviation σ in formula 1 to 2-3 mm will virtually eliminate seedlings from falling into the critical deviation zone, which is predicted to increase survival rate by 10-20%.

This creates an urgent need to develop and implement systems that can ensure the accuracy of maintaining the planting depth within +/- 1-2 mm.

Conclusions

1. Increasing the accuracy of existing stabilization systems will improve survival. Reducing the standard deviation σ in formula 1 to 2-3 mm will virtually eliminate seedlings from falling into the critical deviation zone, which is predicted to increase survival rate by 10-20%.

2. Reducing uneven planting depth ensures that all plants begin to develop at the same time, which is the basis for obtaining a high and uniform yield.

3. A key task of modern agricultural engineering is the transition from systems that regulate the pressing force from the pressing wheels of seedling planting machines to systems that provide high-precision positional regulation of planting depth.

References

1. MELNIC, IU., MELNIC, A., BADIUL, V. Vegetable growing: study of mechanized planting seedlings. In: *Proceedings of the XIV International Scientific and Practical Conference "Problems of design, development and operation of agricultural technology"*, November 8-10, 2023. Kropyvnytskyi: CNTU, 2023. (Ukraine)
2. In Moldova, the area for growing vegetables has decreased threefold. *Moldavskiye Vedomosti*. Nr. 41 (2420), 2024. <https://nubip.edu.ua/node/137127>
3. MELNIC, IU., CORONOVSKI, A., CEBAN R., MELNIC, A. The research of the rain intensity adaptation to the conditions of hydrophysical characteristics of the soil for ecological and economical improvement of the irrigative equipment. *VII International Scientific Conference "Conserving soils and water"*

- Burgas, Bulgaria, 28-31 august 2019. In: *International Scientific Journal "Mechanization in agriculture & Conserving of the resources"*, nr.6. 2019. pp.207-208, ISSN print 2603-3712, ISSN web 2603-3704. <http://www.evedomosti.md/news/v-moldove-ploshadi-dlya-vyrashivaniya-ovoshej-sokratilis-vtr>
4. ȚENU, I., MELNIC, IU., ROȘCA, R., CÂRLESCU, P. Research on the impact of tillage operations for autumn wheat crop set up over some soil properties. In: *Știința agricolă*, nr.2. Chișinău: UASM, 2018, pp.122-127, ISSN 1857-0003. <https://stumejournals.com/journals/am/2019/6/207>
 5. SZYMANEK, M., TANAS, V., MELNIC, IU. Sweetcorn grain production technology. In: *International Scientific Journal "Mechanization in agriculture & Conserving of the resources"*, Issue 1, 2025. pp.3-5. ISSN print 2603-3704, ISSN web 2603-3712. <https://press.utm.md/index.php/as/issue/view/2018-2/full-issue>
 6. MELNIC, IU., SCLEAR, P. Theoretical research of tractive resistance of rotary type seeders. VII International Scientific Congress "Agromachinery" Burgas, 26-29 june 2019. In: *International Scientific Journal "Mechanization in agriculture & Conserving of the resources"*, nr.3. 2019, pp.85-87, ISSN print 2603-3704, ISSN web 2603-3712. <http://www.agrimachinery.net/programa.pdf>
 7. MELNIC, IU., BADIUL, V., MELNIC, V., CĂȚANĂ, M. Study of the technological process of operation of transplanting machines. *XII International Scientific and Technical Congress "AGRICULTURAL MASHINERY" 26.06-29.06 2024, Varna, Bulgaria*. In: *International Scientific Journal "Mechanization in agriculture & Conserving of the resources"*, Issue 2, 2024. pp.30-32. ISSN print 2603-3704, ISSN web 2603-3712. <https://stumejournals.com/journals/am/2019/3/85>
 8. СЕРБИН, В., МЕЛЬНИК, Ю., ЛЫСЫЙ, Р. Экспериментальные исследования транспортирования семян к заделывающим органам. В: Design, production and operation of agricultural machines. All-state interdepartmental scientific and technical collection. Issue 47, part I. Kropyvnytskyi: TsNTU, 2017. pp. 211-220. ISSN 2414-3820. <https://stumejournals.com/journals/am/2024/2/30>
 9. МИHOV, M., MELNIC, IU. Correction of the inter-repair period of aggregates /nodes /of the machines. *International Scientific Journal "Mechanization in agriculture & Conserving of the resources"*, Issue 2, 2024. pp.56-57. ISSN print 2603-3704, ISSN web 2603-3712. <https://press.utm.md/index.php/as/issue/view/2016-2/full-issue>
 10. MUNTEANU, C., MELNIC, IU., ISTRATE, B., LUPU, F., VIȘANU, V., BADIUL, V., ZÎRNESCU, C. Study of harrow discs coated by plasma-thermal method. In: *International Scientific Journal "Mechanization in agriculture & Conserving of the resources"*, Issue 2, 2025. pp.46-48. ISSN print 2603-3704, ISSN web 2603-3712. <https://stumejournals.com/journals/am/2024/2/56>
 11. MELNIC, IU., MELNIC, V. Mathematical modeling of the operating system of the carousel type transplanting machine. *III International Scientific Conference "Mathematical modeling", Borovets, Bulgaria, 11-14 decembre 2019*. In: *International Scientific Journal "Mathematical modeling"*, Vol.3, Issue 4. 2019. pp.124-126, Print ISSN 2535-0986, Web ISSN 2603-2929. <https://stumejournals.com/am.htm>
 12. MELNIC, IU. Повышение рабочей скорости движения рассадопосадочного агрегата. In: Design, production and operation of agricultural machinery. Collection of scientific papers, issue 39. - Kirovograd, 2009. - pp. 356-362. <https://stumejournals.com/journals/mm/2019/4/124>
 13. MELNIC, IU., BUMACOV, V. Seedling planting machine. Patent no. 2371 of 29.02.2004. - Chisinau: BOPI no. 2/2004.
 14. IVANOV, P. The influence of seed and seedling placement accuracy on the yield of row crops // *Bulletin of Agrarian Science*. 2022. No. 3. pp. 45-52.
 15. PETROV, A. Precision farming technologies in vegetable growing: review and prospects // *Agricultural machinery and technologies*. 2023. Vol. 17. No. 1. pp. 12-20.
 16. SIDOROV, K. Analysis of the designs of transplanting machines for vegetable crops In: *News of higher educational institutions. Series: Technology and equipment of the agro-industrial complex*. 2021. No. 5. pp. 78-85.
 17. NIKOLAEV, E. Justification of optimal parameters for planting vegetable seedlings In: *Agrophysics*. 2019. Vol. 15. No. 2. pp. 91-98.
 18. ZAKHAROV, R. Dynamics of operation of tillage implements at high speeds. In: *Agroinzheneriya*. 2022. No. 4. P. 60-67.
 19. Talia Humphries, Bhagirath S. Chauhan, Singarayer K. Florentine. Environmental factors effecting thegermination and seedling emergence of twopopulations of an aggressive agriculturalweed; *Nassella trichotoma*. *PLOS One*, July 2018, 13(7):e0199491 DOI:10.1371/journal.pone.0199491
 20. KOVALEV, D. Calculation and optimization of the parameters of the parallelogram suspension of working bodies of agricultural machines // *Tractors and agricultural machinery*. 2020. No. 10. P. 33-38.
 21. SMIRNOV, V. Hydraulic systems for active control of downforce in seeding equipment // *Hydraulics and Pneumatics*. 2021. No. 1. pp. 15-22.

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНОЇ СХЕМИ ПНЕВМАТИЧНОГО СЕПАРАТОРА ЗЕРНА

*Є. Кобан, аспірант;
О. Васильковський, к.т.н., професор
Центральноукраїнський національний технічний університет*

Післязбиральна обробка зернових культур є однією з найбільш відповідальних стадій технологічного циклу виробництва зерна. Одним із ключових процесів на цьому етапі виступає повітряна сепарація, основним завданням якої є вилучення легких, пилоподібних і парусних домішок, що мають інші аеродинамічні властивості, ніж зерно основної культури. Якість очищення визначає придатність зерна для подальших технологічних операцій і безпосередньо впливає на ринкову вартість продукції.

Сучасні аспіраційні системи, застосовані у вітчизняних машинах типу ОВС-25 та їх модифікаціях, попри достатню поширеність, мають низку істотних обмежень. Значна енергоємність роботи вентиляторів, нерівномірність розподілу повітряних потоків у каналах, складність забезпечення стабільної ефективності при зміні вологості та структури зернового вороху – усі ці чинники зумовлюють потребу в розробленні нових, більш економічних і технологічно ефективних повітряних сепараторів.

Комплексний аналіз технічного стану повітряних систем зерноочисних машин дає змогу виділити такі фундаментальні недоліки, що гальмують підвищення ефективності їх роботи:

- підвищена енергетична потреба вентиляторів. У низці машин спостерігається енергоспоживання аспіраційних систем на рівні 40–50% від загальних витрат на виконання технологічної операції. Такий розподіл енергетичного балансу зумовлений високими швидкостями повітря, що наближаються до швидкості витання повноцінного зерна;
- нерівномірність поля швидкостей у повітряному каналі. Коефіцієнт нерівномірності у класичних вертикальних каналах може сягати 25–35%. Унаслідок цього частина кондиційного зерна потрапляє у легку фракцію, що призводить до втрат 3–5% від загальної маси зернового вороху;
- відсутність адаптації до змінних властивостей матеріалу. Зміна вологості на 3–4% здатна спричинити падіння ефективності очищення на 15–25%. Це свідчить про низьку чутливість існуючих систем до реального стану зернової маси;
- недостатність універсальних інженерних методик проектування. Більшість конструкцій спирається на емпіричні формули 1970–1990-х років і не враховує можливостей CFD-моделювання, що обмежує якість оптимізації конструкції;
- нечітка взаємодія частинок і повітря у турбулентному середовищі. Брак точних моделей поведінки часток у складних конфігураціях каналів зумовлює труднощі у прогнозуванні реальних умов сепарації.

Таким чином, актуальною науковою задачею є створення такої конструкції повітряного сепаратора, що дозволить зменшити енергоспоживання та забезпечити стабільний поділ матеріалу за мінімальних втрат повноцінної фракції.

Найефективнішими вважаються профільовані канали, які формують різні зони швидкостей і дають змогу адаптувати траєкторію частинок. Однак навіть оптимізовані канали не усувають основної проблеми – необхідності подавати повітря з високою швидкістю.

На основі аналізу літературних даних виділено три напрями, здатні істотно зменшити енерговитрати:

- рециркуляція повітря. Закриті системи дозволяють повторно використовувати повітря із залишковою швидкістю, знижуючи навантаження на вентилятор;

- оптимізація геометрії каналів. Правильне формування перерізу повітряного каналу мінімізує втрати тиску;
- метод «непрямого» відокремлення домішок. На відміну від вертикальних систем, де повітря має піднімати легку фракцію вгору, метод відхилення передбачає лише зміщення траєкторії домішок у бік. Такий підхід потребує в декілька разів нижчої швидкості повітря.

Саме поєднання цих трьох принципів може забезпечити найбільший енергетичний ефект.

Запропонована нами конструкційна схема повітряного сепаратора (рис. 1) базується на таких положеннях:

- формування тонкого («одношарового») шару зернової маси на розгінному лотку;
- обробка матеріалу похилим повітряним потоком, що відхиляє легкі частки;
- повна рециркуляція повітря, що усуває потребу в пиловловлюючих системах;
- регулювання якості поділу за допомогою заслінки-подільника.

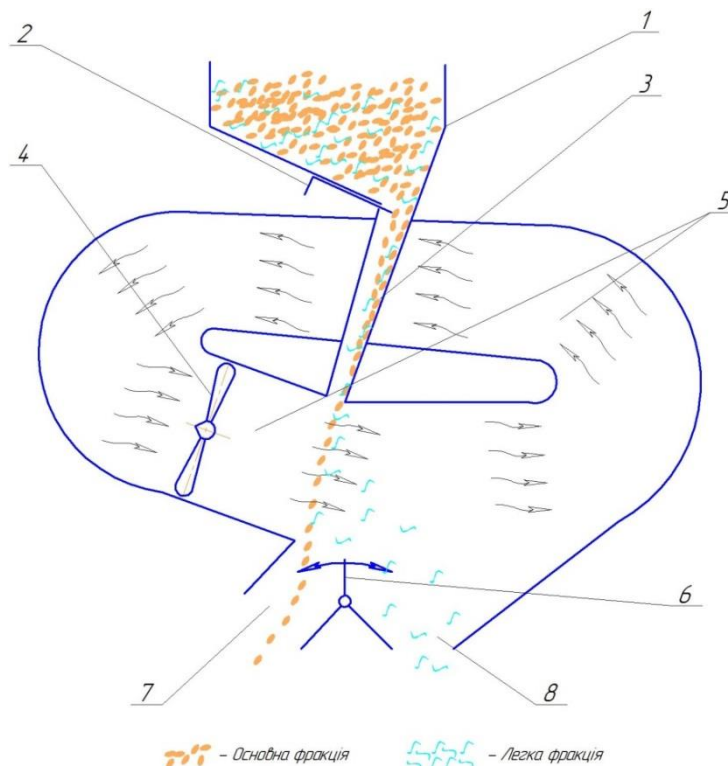


Рис. 4. Конструкційна схема запропонованого сепаратора:

1- бункер, 2- дозатор, 3- напрямник, 4- вентилятор, 5- повітряний канал, 6- заслінка, 7- приймальник очищеного зерна, 8- приймальник легких домішок

Принцип роботи сепаратора. Зерно з бункера надходить на дозатор, а далі на напрямник. Рухаючись під дією сили тяжіння, зернова маса набуває прискорення і формується у шар товщиною, що наближається до одного зерна. У зоні взаємодії з повітряним потоком легкі домішки відхиляються, а основна фракція продовжує рух інерційною траєкторією. Заслінка розділяє потоки, а очищене повітря повертається у канал.

В результаті теоретичного аналізу нами встановлено, що розгін матеріалу до $V = 2$ м/с дає змогу гарантовано створити шар «в одне зерно». У таких умовах повітряний потік може мати у 1,5–2 рази нижчу швидкість порівняно з вертикальними системами. Сукупні втрати тиску у каналі з рециркуляцією знижуються на 30–45%. Викиди пилу в атмосферу значно скорочується, оскільки повітря не виходить за межі машини.

Висновки.

1. Зниження енергетичних витрат повітряної сепарації можливе шляхом поєднання рециркуляції, використання методу відхилення та формування одношарового шару зерна.

2. Запропонована конструкція пневмосепаратора забезпечує мінімальні втрати повного тиску за рахунок зменшення товщини зернового шару та відсутності прямого протитечійного потоку.
3. Рух матеріалу зі швидкістю близько 2 м/с дозволяє сформувати оптимальний шар для високоточного поділу домішок.

Список використаних джерел

1. Adamchuk V., Bulgakov V., Ivanovs S., Holovach I., Ihnatiev Y. Theoretical study of pneumatic separation of grain mixtures in vortex flow. *Engineering for Rural Development*. 2021. Vol. 20. P. 657–664.
2. Kharchenko S., Borshch Y., Kovalyshyn S., Piven M., Abduev M., Miernik A., Popardowski E., Kielbasa P. Modeling of Aerodynamic Separation of Preliminarily Stratified Grain Mixture in Vertical Pneumatic Separation Duct. *Applied Sciences*. 2021. Vol. 11(10). P. 4383.
3. Nesterenko O. V., Leshchenko S. M., Vasylykovskiy O. M., Petrenko D. I. (2017) Analytical assessment of the pneumatic separation quality in the process of grain multilayer feeding. *INMATEH. Agricultural Engineering*. Romania, 53 (3). 65-70.
4. Yaschuk, A., Kirchuk, R., Dudarev, I. (2013) Research of the process of aeration of a layer of bulk material. *INMATEH - Agricultural Engineering*, 40 (2), 73-78.
5. Б. І. Котов, С. П. Степаненко. Основи теорії та технології повітряної сепарації зернових матеріалів. Монографія. Київ: ЦП Компрінт. 2023. 427 с.
6. Бакум М. В., Кречот М. М., Абдуєв М. М. Результати досліджень впливу регулювальних параметрів на ефективність розділення насінневої суміші редиски пневматичним сепаратором з нахиленим каналом. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Сер. Механізація та автоматизація виробничих процесів*. 2016. 10 (2). 67-71.
7. Бредихін В. В. Наукові основи процесів вібропневматичного розділення насінневих матеріалів за густиною насіння: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.05.11. Кропивницький, 2024. 48 с.
8. Васильковський О.М. Розробка конструкції та обґрунтування параметрів відцентрового решітного сепаратора зерна: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11 «Машини та засоби механізації сільськогосподарського виробництва». Кіровоград, 2001. 18 с.
9. Васильковський М. І., Васильковський О. М., Лещенко С. М. Обґрунтування основних параметрів замкненої двохступеневої пневмосепаруючої системи ЗОМ. *Вісник Харківського національного технічного університету ім. П. Василенка*. Вип. 2007;59:177-86.
10. Васильковський О.М., Васильковська К.В. Економічні аспекти використання зерноочисних машин в Україні. Глеваха: Національний науковий центр «ІМЕСГ». Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Механізація та електрифікація сільського господарства». 2010. Випуск 94. – С. 220-224.
11. Васильковський, М. І., Гончарова, С. Я., Лещенко, С. М. Обґрунтування параметрів сепарації зерна в похилому повітряному потоці. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвідом. наук.-техн. зб. Кіровоград*. 2007. С. 132-137.
12. Васильковський, О. М., Гончаров, В. В., Петренко, Д. І., Лещенко, С. М. (2010). Математична модель роботи відцентрово-пневматичного сепаратора зерна. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Вип. 10, 94-104.
13. Котов Б. І., Спірін, А. В., Твердохліб, І. В., Степаненко, С. П., Швидя, В. О. До питання пневмогравітаційної сепарації зернових матеріалів. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. № 4. 2017. С. 51-55.
14. Котов Б. І., Степаненко С. П., Пастушенко М. Г. Тенденції розвитку конструкцій машин та обладнання для очищення і сортування зерно матеріалів. *Конструювання, виробництво та експлуатація с-г машин*. Кіровоград. 2003. Вип. 33. С.53-59.
15. Котов Б. І., Степаненко, С. П., Швидя, В. О. Технологічні аспекти сепарації зерна у вертикальному каналі. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. 2016. Вип. 46. С. 154-159.
16. Мельник, В. А., Попадюк, І. С., Волик, Д. А., Степаненко, С. П. (2024). Дослідження розвитку технологій та технічних засобів для пневмовідцентрового розділення зернових матеріалів. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного*, 24(1), 75-88.
17. Нестеренко, О. В. Лещенко С. М., Петренко Д. І. Дослідження якісних показників пневмосепарації при багаторівневому введенні зерна. *Сільськогосподарські машини : зб. наук. ст. – Луцьк : ЛНТУ, 2015. – Вип. 32. - С. 143-151.*
18. Петренко Д.І. Обґрунтування параметрів відцентрово-пневматичного сепаратора зерна: дис... кандидата, тех. наук: 05.05.11. Кіровоград, 2011, - 157 с.
19. Степаненко С. П. Вплив параметрів пасивних розпушувачів на ефективність вібропневматичної сепарації зерна. *Праці Таврійської державної агротехнічної академії*. 2006. Вип.41. С. 153-160.
20. Степаненко С. П. Підвищення ефективності вібропневматичних сепараторів зерна: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.05.11. Глеваха, 2008. - 21 с.
21. Швидя В. О. Підвищення ефективності пневмовідцентрового сепаратора та обґрунтування параметрів робочих органів: автореф. дис... канд. техн. наук. Глеваха, 2012. 20 с.

ОБҮРУНТУВАННЯ ОБ'ЄМУ БУНКЕРА КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

*О. Комар, студент;
О. Васильковський, к.т.н., професор
Центральноукраїнський національний технічний університет*

Механізація процесів вирощування та збору картоплі залишається одним із найскладніших і найтрудозатратніших завдань сучасного сільського господарства. Особливості картоплі як культури – хаотичне розташування бульб у землі та їхня висока чутливість до механічних пошкоджень – визначають специфічні вимоги до устаткування для збирання врожаю. На сьогодні ринок пропонує різноманітну техніку для збору картоплі: від базових картоплекопалок до передових самохідних комбайнів із накопичувальними бункерами об'ємом до 16 тонн. Проте економічна доцільність застосування такого обладнання виправдана тільки при обробці великих площ, що для нашого регіону є радше винятком, адже середня площа картопляних полів тут коливається в межах 25-60 гектарів.

Застосування стандартних копачів за таких обставин потребує значних витрат ручної праці, що зменшує ефективність роботи та збільшує виробничі витрати. Тому важливість цього дослідження визначається потребою у всебічному порівняльному аналізі різних типів конструкцій картоплезбиральної техніки, зокрема у з'ясуванні доцільності оснащення серійних копачів накопичувальними бункерами.

Метою роботи є підвищення ступеня механізації процесу збору бульб шляхом застосування бункера-накопичувача у складі картоплекопача, що сприятиме поліпшенню загальних техніко-економічних характеристик технології вирощування картоплі.

Розрахуємо раціональний об'єм бункера за наступних умов: відстань до вивантаження – $L = 200-400$ м, ширина захвату – $B = 1,4$ м, робоча швидкість агрегату – $v = 6,5$ км/год; коефіцієнт заповнення бункера: $k_z = 0,85$.

Попередньо зауважимо, що на коротких ділянках (200-400 м) особливо важливо:

- мінімізувати кількість вивантажень;
- враховувати більшу частку часу на розвороти;
- оптимізувати співвідношення час роботи / час вивантаження;
- забезпечити раціональне використання транспорту.

Формалізуємо задачу як систему масового обслуговування. Для коротких полів, система масового обслуговування типу буде М/М/1, де:

- канал обслуговування – картоплезбиральна машина з бункером;
- заявки – операції вивантаження бункера;
- особливість: висока частота вивантажень через короткі гони.

Така система буде мати кілька варіантів організації роботи:

- варіант А: Вивантаження після кожного гону;
- варіант Б: Вивантаження після 2-х гонів;
- варіант В: Вивантаження після 3-х гонів.

На основі проведеного аналізу нами було отримано кількісні характеристики варіантів, які для зручності сприйняття зведено до таблиці 1.

Інфографіку отриманих даних за основними показниками наведено на рис. 1, 2.

З отриманої графічної інтерпретації порівняння коефіцієнтів використання робочого часу видно, що варіанти з об'ємом бункера 2,0-3,0 не суттєво відрізняються. При цьому перший варіант також є прийнятним, оскільки його значення складає понад 58%.

Порівняльна таблиця варіантів

Показник	Теоретичний об'єм бункера			
	V=1,5 м ³	V=2,0 м ³	V=2,5 м ³	V=3,0 м ³
Параметри СМО				
Інтенсивність λ , зав/год	21,4	16,0	12,8	10,7
Коефіцієнт завантаження ρ	0,713	0,533	0,427	0,357
Час очікування W_q , хв	4,95	2,28	1,49	1,11
Ефективність				
Коефіцієнт використання $K_{\text{вик}}$	58,3%	65,2%	70,1%	73,8%
Продуктивність W_e , т/год	10,6	11,9	12,8	13,4
Економіка				
Втрати, грн/год	626	522	449	393
Річні втрати, грн/рік	187 800	156 600	134 700	117 900
Загальні витрати, грн/рік	193 050	163 600	143 450	128 400
Практичність				
Гонів до вивантаження (L=300м)	1	1-2	2	2-3
Маса бункера повного, кг	854	1139	1424	1710
Кількість вивантажень/год	21	16	13	11



Рис. 1. Порівняння коефіцієнтів використання робочого часу



Рис. 2. Порівняння загальних річних витрат

Порівняння загальних річних витрат також підтверджують тезу щодо переваг бункерів збільшеної ємності. На основі проведених розрахунків можна сформулювати практичні рекомендації для коротких полів.

Оптимальне рішення.

Для гонів або полів довжиною 200-400 м рекомендується об'єм бункера $V = 2,0-2,5$ м³, оскільки вони мають технічні переваги:

- достатню місткість для 1,5-2 гонів;
- компактність конструкції;
- маневреність на коротких полях;
- прийнятна маса (1,1-1,4 т);
- коефіцієнт використання робочого часу 65-70%;
- швидка окупність (< 8 місяців);
- мінімальні загальні витрати для даних умов;
- оптимальне співвідношення ціна/ефективність;
- зручність роботи на невеликих ділянках;
- менша кількість операцій вивантаження порівняно з $V=1,5 \text{ м}^3$;
- можливість роботи з легким транспортом;
- швидка адаптація до різної довжини гонів.

Слід також зазначити наступне.

Об'єм бункера $V = 1,5-2,0 \text{ м}^3$ можна рекомендувати при:

- дуже коротких гонах (полях < 250 м);
- низькій урожайності (< 15 т/га);
- обмеженому бюджеті;
- наявності швидкої системи вивантаження (< 1,5 хв);
- роботі на невеликих фермерських господарствах.

Об'єм бункера $V = 2,0-2,5 \text{ м}^3$ рекомендується при:

- середніх полях (250-350 м);
- урожайності 18-25 т/га;
- стандартних умовах роботи;
- наявності легкого транспорту (2-3 т);

Оптимальний варіант для більшості випадків – $V = 2,5-3,0 \text{ м}^3$ рекомендується при:

- довших полях (350-400 м);
- високій урожайності (> 25 т/га);
- можливості забезпечення швидкого вивантаження;
- наявності потужнішого транспорту.

Підсумовуючи проведені дослідження можемо зробити наступні висновки.

Оптимальний об'єм бункера: 2,0-2,5 м^3 при коефіцієнті використання робочого часу 65-70% і мінімальних показниках загальних витрат: 143 000-164 000 грн/рік.

Оптимальні коефіцієнти завантаження системи становлять: для $V = 2,0 \text{ м}^3 - \rho = 0,533$, а для $V = 2,5 \text{ м}^3 - \rho = 0,427$.

Зменшення часу вивантаження з 2,0 до 1,5 хв підвищує $K_{\text{вик}}$ на 6-7%, при економії 25000-30000 грн/рік. При цьому для коротких полів швидке вивантаження критично важливе.

Список використаних джерел

1. Кулішенко Д., Васильковський О. Удосконалення конструкції картоплекопача. Матеріали XIV міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». – Кропивницький: ЦНТУ. 2023. С. 247-248. URL: <https://www.kntu.kr.ua/doc/science/zahody/vikl/2023/8-tez.pdf>
2. Теорія систем масового обслуговування : навч. посібник / А. Л. Литвинов ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 141 с.
3. Амосов В.В., Свірень М.О., Васильковський О.М. Підвищення надійності причіпного пристрою бункера-накопичувача перевантажувального. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кропивницький: ЦНТУ. Вип. 52. 2022. С. 98-107.
4. Кулішенко Д., Васильковський О., Якименко С. Огляд конструкцій і напрям удосконалення картоплекопачів. Матеріали VI міжнародної науково-практичної конференції «Прикладні науково-технічні дослідження», Івано-Франківськ: АТНУ, 2024. С. 40-43.
5. Машини для збирання картоплі // MSD. – 2013. – URL: <https://msd.com.ua/cpravochnik-agronoma/mashini-dlya-zbirannya-kartopli/>.

ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ ДОВЖИНИ ПАСИВНОГО СТРУННОГО РЕШЕТА

*М. Кришко, аспірант;
Д. Олексієнко, студент;
О. Васильковський, к.т.н., професор
Центральноукраїнський національний технічний університет*

Підвищення технологічних та експлуатаційних показників сепарації зерна на решетах є актуальною і важливою задачею сучасного аграрного виробництва, від ефективності вирішення якої залежить не тільки собівартість, а й якісний стан продукції та тривалість безпечного зберігання.

Багатьма вченими відзначено вплив площі живого перерізу на ефективність сепарації [1-15]. Зокрема, отримано теоретичні основи підвищення ймовірності просіювання зі зменшенням площі перетинок решета, що дає змогу стверджувати про найбільшу потенційну ефективність струнних решіт.

На кафедрі сільськогосподарського машинобудування Центральноукраїнського національного технічного університету було розроблено і виготовлено сепаратор, оснащений оригінальним пасивним струнним решетом (рис. 1) і проведено попередні дослідження, метою яких було виявити його потрібну робочу довжину, залежно від основних технологічних параметрів – подачі та кута нахилу. Дослідження проведено у формі реалізації повного факторного експерименту ПФЕ 2^2 , із діючими кодовими значеннями факторів:

- x_1 – подача (продуктивність) з варіюванням у натуральному вигляді в межах $X_1=360... 700$ кг/год.;
- x_2 – кут нахилу решета з варіюванням у натуральному вигляді в межах $X_2=25...30^\circ$.

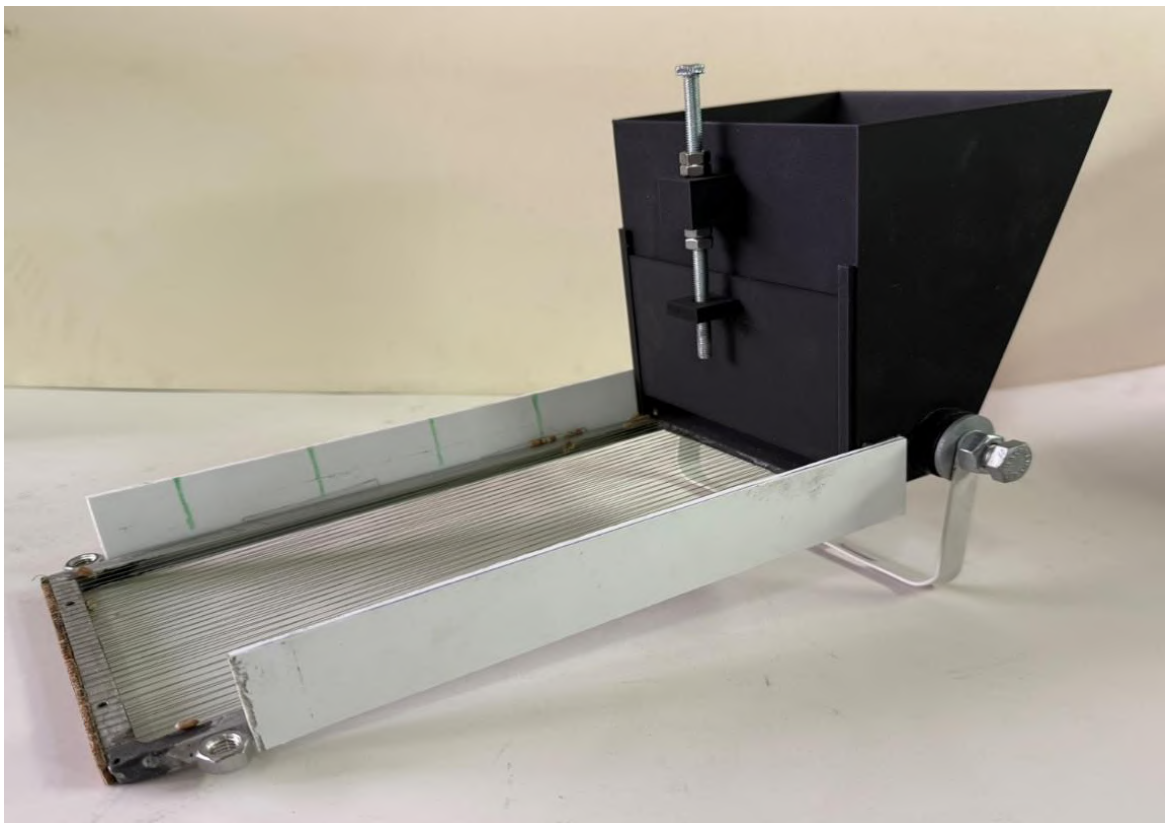


Рис. 1. Загальний вигляд дослідного струнного сепаратора

Струнний сепаратор оснащений дозатором зернового матеріалу, який попередньо був відтаровано. Регулюванням кута нахилу решета здійснювали шляхом підкладання під опорну планку підставок. Для фіксації довжини решета, на якій відбувається просіювання зерна використовували відеозйомку з фокусуванням на градуйованій боковині (рис. 2) для визначення довжини.

Для реалізації ПФЕ 2^2 було складено план-матрицю експерименту [16], яка охоплює чотири незалежні комбінації факторів. Кожен дослід повторювався тричі для забезпечення статистичної достовірності.



Рис. 2. Процесу просіювання зерна на пасивному струнному решеті

В результаті проведення дослідів було отримано результати, наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Результати реалізації плану ПФЕ 2^2

Номер дослід	Значення кодових факторів			Довжина решета, м			Середнє значення y , $\bar{Y}_n, \%$
				за повторностями			
	x_1	x_2	$x_{1,2}$	I Y_{u1}	II Y_{u2}	III Y_{u3}	
1	-1	-1	+1	0,094	0,103	0,098	0,0983
2	+1	-1	-1	0,145	0,151	0,148	0,148
3	-1	+1	-1	0,117	0,125	0,12	0,121
4	+1	+1	+1	0,172	0,18	0,176	0,176

Після отримання дослідних даних було здійснено їх регресійний аналіз, який включав:

- перевірку відтворюваності за критерієм Кохрена, яка підтвердила однорідність дослідів;
- розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії, попередньо прийнятого у вигляді неповного квадратичного поліному;

- перевірку адекватності статистичної моделі за критерієм Фішера, яка також підтвердила коректність отриманого рівняння;
- оцінку коефіцієнтів за критерієм Стьюдента, яка дозволила встановити, що значущими є коефіцієнти при факторах b_1 та b_2 , при цьому їх взаємодія не впливає суттєво на процес.

Після проведення регресійного аналізу отримано остаточне рівняння регресії, яке має вигляд лінійного поліному

$$Y = 13,57 + 2,63 \cdot x_1 + 0,64 \cdot x_2.$$

Побудована модель може використовуватися для розрахунку конструктивних параметрів промислових та експериментальних зерноочисних машин, а також для визначення раціональних режимів роботи при змінних властивостях зернового матеріалу.

За отриманим рівнянням побудовано графік ліній рівного виходу процесу розділення (рис. 3).

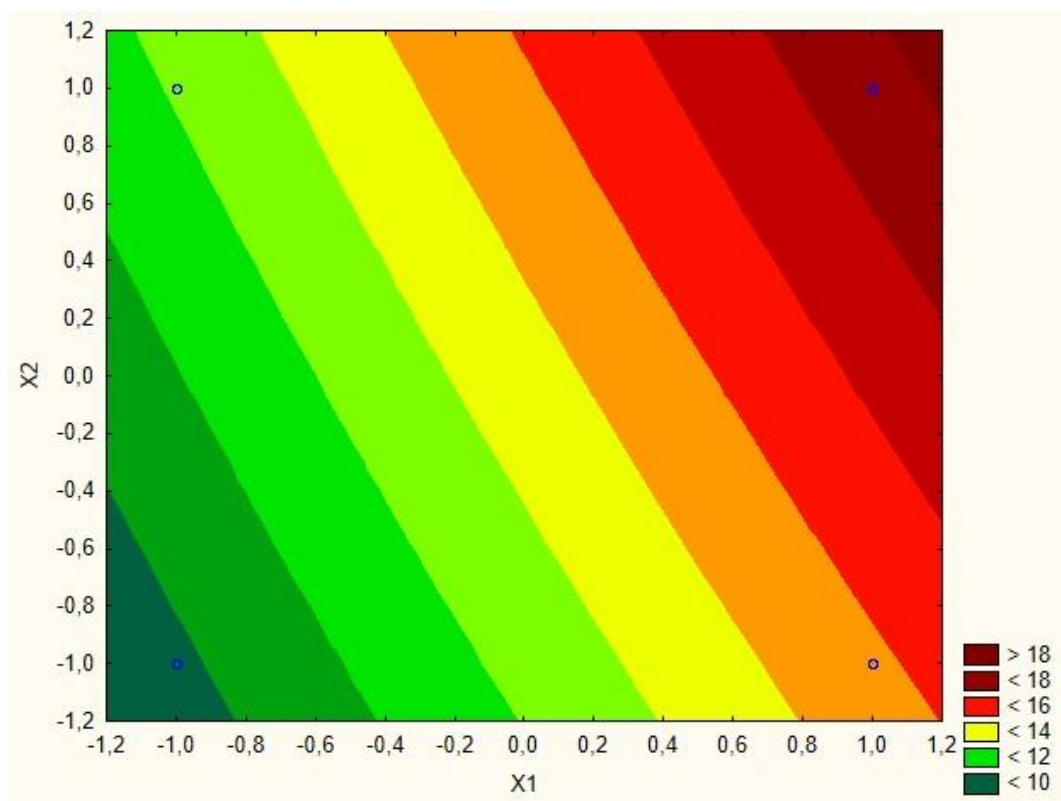


Рис. 3. Залежність довжини решета від подачі x_1 і кута нахилу решета x_2 .

Аналіз отриманих графічних залежностей дозволяє сформулювати такі висновки.

1. Проведені попередні дослідження продемонстрували, що ефективність просіювання насамперед визначається інтенсивністю подачі матеріалу. Хоча кут нахилу впливає на процес меншою мірою, обґрунтування його величини дозволяє зменшити необхідні габарити решітної поверхні.
2. Раціональна комбінація факторів – подача 700 кг/год. при куті встановлення пасивного струнного решета 25° дозволяють забезпечити повне просіювання повноцінних часток зернової суміші на решеті довжиною менше 0,15 м, що забезпечує прийнятний баланс між продуктивністю й ефективністю сепарації.
3. Мінімальна довжина решета — 0,1 м, досягається при мінімальних значеннях обох факторів.

Список використаних джерел

1. A. Nanka, S. Kharchenko, V. Sementsov, V. Sementsov and M. Abduev "Intensification of the process of dosing bulk concentrated feeds by sieve hopper", *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2019, 2 (1-98), pp. 14–20.
2. Piven, M., Volokh, V., Piven, A., Kharchenko, S. (2018) Research into the process of loading the surface of a vibrosieve when a loose mixture is fed unevenly. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (1), 62-70.
3. S. Kharchenko, F. Kharchenko, S. Samborski, J. Pašnik, S. Kovalyshyn and K. Sirovitskiy "Influence of Physical and Construc-tive Parameters on Durability of Sieves of Grain Cleaning Machines", *Adv. Sci. Technol. Res. J.* 2022, 16, pp. 156–165.
4. Sementsov, Vitaliy, et al. "Modeling of the dosing process of loose fine-dispersed materials with a sieve dispenser." *American Institute of Physics Conference Series*. Vol. 3294. No. 1. 2024.
5. Stepanenko, S. P., Kotov, B. I. Theoretical research of separation process grain mixtures. *Naukovij Žurnal «Tehnika Ta Energetika»*. 2019. 10 (4). P.137–143.
6. Васильковський О. М., Лещенко С. М., Мороз С. М., Петренко Д. І., Нестеренко О. В. Попередні дослідження струнного решета. *Modern science: innovations and prospects. Proceedings of the 14th International scientific and practical conference. SSPG Publish, Stockholm, Sweden. 2022.* pp. 276-284.
7. Васильковський О.М., Лещенко С.М., Мороз С.М., Нестеренко О.В., Молокост Л.А. До створення концепції «ідеального» решета зернового сепаратора. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник.* – Кропивницький: ЦНТУ. Вип. 50. 2020. С. 52-58.
8. Васильковський О.М., Лещенко С.М., Петренко Д.І., Мороз С.М., Нестеренко О.В. Попередні дослідження пасивного струнного решета. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник.* – Кропивницький: ЦНТУ. Вип. 52. 2022. С. 73-80.
9. Волик Д., Гур'євська О., Васильковський О. Результати експериментального дослідження пасивного струнного решета. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції».* – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. С. 58-61.
10. Котов Б. І., Степаненко С. П., Калініченко Р. А. Теоретичне обґрунтування руху частинки зерна на вібропневморешеті при дії розпушуючих робочих органів. *Науковий вісник Національного аграрного університету.* 2007. Вип. 115. С. 112-117.
11. Котов Б. І., Степаненко С. П., Пастушенко М. Г. Тенденції розвитку конструкцій машин та обладнання для очищення і сортування зерно матеріалів. *Конструювання, виробництво та експлуатація с-г машин.* Кіровоград. 2003. Вип. 33. С.53-59.
12. Лузан П.Г., Васильковський О.М. Нові конструкції решіткових сепараторів. - *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник.* –Вип. 27, 1999. с. 123-127.
13. Методи визначення показників надійності рифлених перфорованих просіювальних поверхонь / С. О. Харченко, О. І. Біловод, Ф. М. Харченко [та ін.] // *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки : наук. зб. - Кропивницький : ЦНТУ, 2025. - Вип. 12(43), ч. 1. - С. 265-271.*
14. Мороз С.М., Васильковський М.І., Васильковський О.М. Обґрунтування діаметрів стержнів пруткового решета. *Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація.* Вип. 14. Кіровоград: КНТУ. 2004. С. 72-78.
15. Степаненко С. П. Аналіз взаємодії пасивного розпушувача із віброзрідженим зерновим шаром. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільськогосподарства України. Зб. наук. пр. Дослідницьке.* 2005. Вип. 8 (22). Кн. 2. С. 290-297.
16. Степаненко С. П. Вплив параметрів пасивних розпушувачів на ефективність вібропневматичної сепарації зерна. *Праці Таврійської державної агротехнічної академії.* 2006. Вип.41. С. 153-160.
17. Степаненко С. П. Підвищення ефективності вібропневматичних сепараторів зерна: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.05.11. Глеваха, 2008. - 21 с.
18. Струнне решето: пат. 159976 Україна: МПК В07В 1/46 (2006.01), В07В 13/04 (2006.01) № u202500258; заявл. 21.01.2025; опубл. 23.07.2025, Бюл.№ 30.
19. Тіщенко Л. М. Наукові основи процесів вібровідцентрового сепарування зернових сумішей: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11 / Тіщенко Л. М. - Харків, 2004. - 403 с.
20. Тіщенко Л.М., Ольшанський В.П., Харченко Ф.М., Харченко С.О. Моделювання динаміки зернової суміші при сепарації на рифленому решеті вібросепаратора. *Інженерія природокористування.* 2014. № 2 (2). С. 134-137.
21. Васильковський О., Лещенко С., Васильковська К., Петренко Д. Підручник дослідника: Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. – Харків: Мачулін, 2016. 204 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ КАЧАНОВІДРИВНОГО АПАРАТУ КУКУРУДЗОЗБИРАЛЬНОЇ ПРИСТАВКИ

*Д. Моклюк, студент;
О. Васильковський, к.т.н., професор
Центральноукраїнський національний технічний університет*

Збір урожаю є найбільш працемісткий і відповідальний етап виробничого циклу, який прямо визначає обсяг і якість отриманої продукції. Згідно з результатами досліджень, втрати зернової маси в процесі збирання можуть досягати 8-12%, а за несприятливих погодних факторів – навіть 15-20%, що спричиняє суттєві фінансові втрати.

Сучасні машини для збирання кукурудзи демонструють високі показники продуктивності, однак їх ефективність значною мірою визначається якістю роботи окремих механізмів, особливо апарата для відділення качанів. Саме на цій стадії виникають основні втрати зерна через неповне відокремлення качанів від стебел, механічне пошкодження зерна і качанів при відриві, а також обсіпання зернової маси. У зв'язку з цим вдосконалення конструктивного рішення та визначення оптимальних робочих характеристик качановідривного апарата становить важливе науково-прикладне завдання.

Наявні конструктивні варіанти апаратів для відділення качанів не завжди гарантують стабільну якість виконання роботи за різних експлуатаційних умов, особливо під час збирання вологого зерна, нерівномірного досягання посівів або роботи на високих швидкостях. Це зумовлює потребу у проведенні наукових досліджень процесу відокремлення качанів, встановленні раціональних конструктивних і кінематичних характеристик робочих механізмів, що дасть змогу мінімізувати втрати врожаю та покращити результативність збору кукурудзи.

Метою експерименту є встановлення значення реального часу протягування стебел та співставлення з теоретично розрахованим.

Обґрунтування довжини протягувальних вальців кукурудзозбиральної приставки будемо проводити на дослідній установці (рис. 1) в лабораторії кафедри сільськогосподарського машинобудування Центральноукраїнського національного технічного університету.



Рис. 1. Загальний вигляд лабораторної установки

Дослідження проводили шляхом реалізації ПФЕ 2³.

Для проведення ПФЕ, нами підбрано стебла довжиною 1,5 м, з діаметром 18 мм і 26 мм у нижній частині. Відхилення діаметрів становило +/- 0,5 мм, що дає несуттєву похибку. Діапазон варіювання відстані між відривними пластинами становив 17 – 25 мм. Початкова відстань між протягувальними вальцями варіювалась в межах 20 - 35 мм.

Після проведення кодування факторів (табл. 1) було проведено досліди у трикратній повторності, що забезпечує надійність отриманих результатів – 95%..

Таблиця 1.

Результати кодування факторів для проведення ПФЕ 2³.

Фактор	Натуральне позначення	Кодове позначення	Інтервал варіювання	Рівні варіювання					
				натуральні			кодові		
				верхній	нульовий	нижній	верхній	нульовий	нижній
Середній діаметр стебла, мм	d	x_1	4	26	22	18	+1	0	-1
Зазор між пластинами, мм	h	x_2	4	25	21	17	+1	0	-1
Початковий зазор між вальцями, мм	Δ	x_3	7,5	35	27,5	20	+1	0	-1

Отримана статистична математична модель має вигляд

$$y = 0,98 + 0,078 \cdot x_1 - 0,132 \cdot x_2 - 0,031 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,015 \cdot x_1 \cdot x_3$$

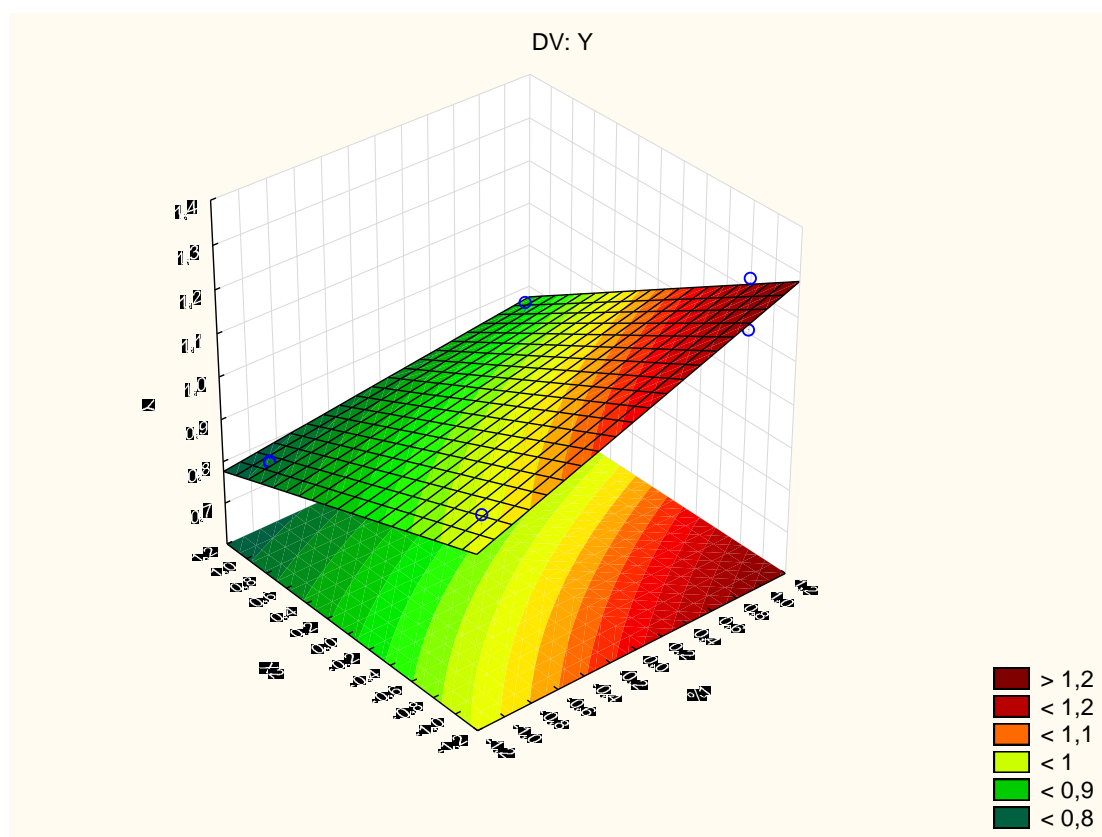


Рис. 2. Залежність часу протягування стебел Y від діаметра стебел x_1 і зазору між відривними пластинами x_2

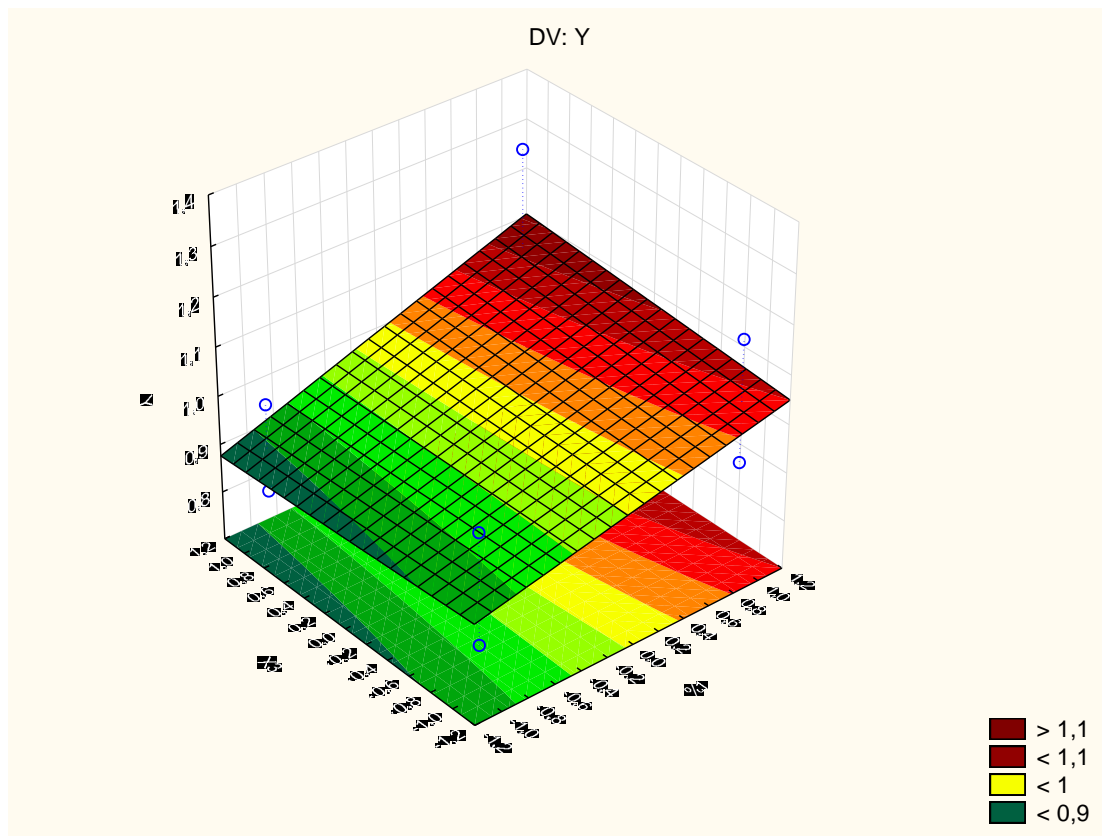


Рис. 3. Залежність часу протягування стебел Y від їх діаметра x_1 і початкового зазору між вальцями x_3

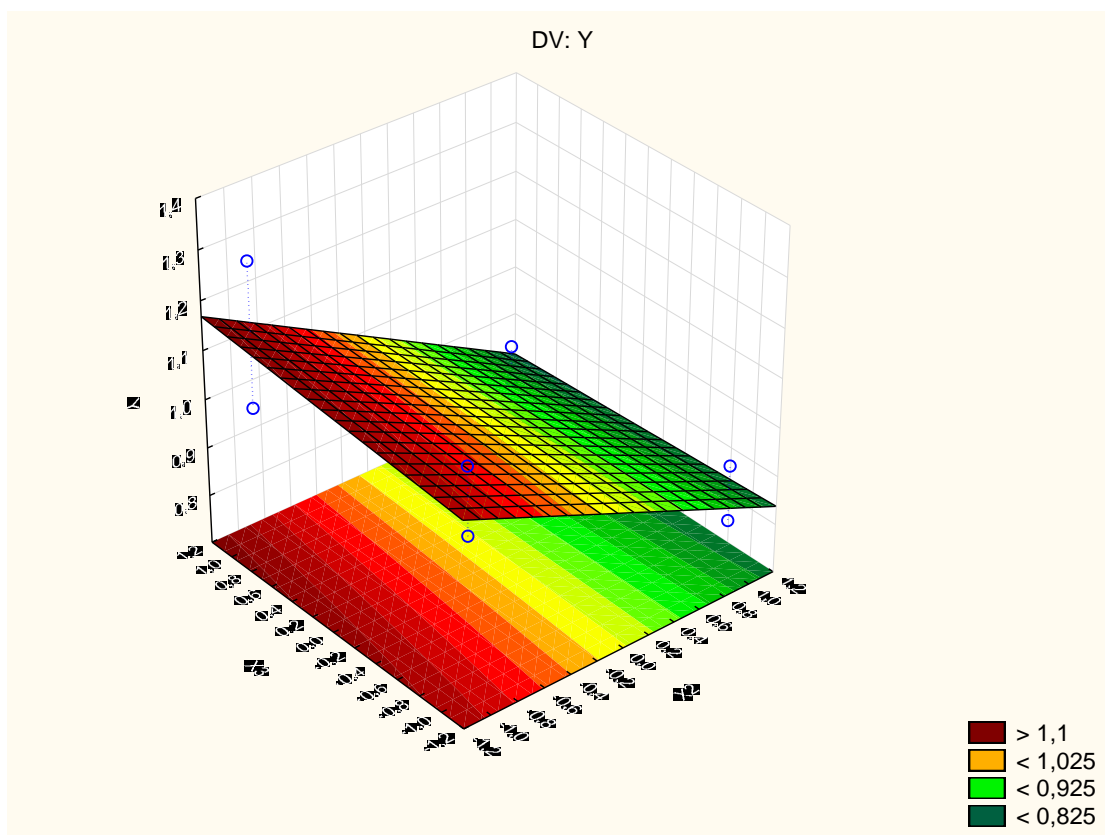


Рис. 4. Залежність часу протягування стебел Y від зазору між відривними пластинами x_2 і початкового зазору між вальцями x_3

Аналіз отриманих рівняння регресії та побудованих за ним поверхонь відгуку дозволяє зробити наступні висновки:

- найбільш впливовим фактором на час протягування стебел є зазор між стріперними пластинами, зі збільшенням якого, час протягування зменшується, що пояснюється меншим ковзанням по них та ребрам вальців;
- величина початкового зазору між протягувальними вальцями виявилася фактором не впливовим процес, отже, для роботи зі стеблами діаметром 18-26 мм може бути встановленою на рівні середнього значення – $27,5 \pm 7,5$ мм;
- раціональним зазором між стріперними пластинами для стебел з діаметрами 18-26 мм є величина 25 мм, що забезпечує мінімізацію часу протягування і розриву стебел. Однак при цьому необхідно зважати на мінімальний діаметр біологічно цінних качанів, які повинні відокремлюватися на стріперних пластинах.

Список використаних джерел

1. Будак М.А. Підвищення ефективності роботи кукурудозбирального агрегату [Електронний ресурс] / М.А. Будак, О.М. Васильковський // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції», Кіровоград: КНТУ, 2018. С. 41-42.
2. Васильковський О., Лещенко С., Васильковська К., Петренко Д. Основи наукових досліджень. Перші наукові кроки. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. – Харків: Мачулін, 2019. 164 с.
3. Васильковський О., Лещенко С., Васильковська К., Петренко Д. Підручник дослідника: Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. – Харків: Мачулін, 2016. 204 с.
4. Гаврилов І., Васильковський О. Особливості діяльності підприємств сільськогосподарського машинобудування в умовах військового стану. Матеріали VI міжнародної науково-практичної конференції «Прикладні науково-технічні дослідження», Івано-Франківськ: АТНУ, 2024. С. 44-45.
5. Дерев'яно Р., Попова С., Васильковський О. Удосконалення качаноочисного пристрою кукурудозбирального комбайну. Матеріали II Міжнародної студентської інтернет-конференції «Техніка і технології у аграрному виробництві» (24 вересня 2020 р., м. Кропивницький). 2020. С. 22-24.
6. Згуровський В., Мороз С., Васильковський О. Підвищення ефективності роботи кукурудозбирального комбайна. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції». – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. С. 69-72.
7. Савченко І., Васильковський О. Удосконалення різального апарату кукурудозбиральної приставки. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції». – Кропивницький: ЦНТУ, 2023. С. 59-61.
8. Сисолін П. В., Сало В. М., Рибак Т. І. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування : Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. "Машини та обладн. с.-г. вир-ва". Кн. 2. Машини для рільництва. - К. : Урожай, 2002. - 364 с.
9. Сичов О. Удосконалення різального апарату приставки кукурудозбиральної КМД-6 / О. Сичов, О. Васильковський // Збірник тез доповідей всеукраїнської студентської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі сільськогосподарського виробництва». Кіровоград: КНТУ, - 2014. С. 47-48.
10. Сичов О.І. Удосконалення різального апарату приставки кукурудозбиральної КДМ-6/ О.І. Сичов, О.М. Васильковський // IX Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки» Ч.2. – Кіровоград: КНТУ, – 2013. С. 33-35.
11. Сільськогосподарські машини. Навчальний посібник / П.В. Сисолін, В.М. Сало, М.О. Свірень [та ін.] за ред. М.І. Черновола // Кропивницький: видавець Лисенко В.Ф., 2017 – 156 с.
12. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. - К.: Вища освіта, 2005. - 464 с.
13. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. - К.: Вища освіта, 2004.
14. Скалевий В.В. Удосконалення різального апарату кукурудозбирального комбайна [Електронний ресурс] / В.В. Скалевий, В.Ю. Антоновський, О.М. Васильковський // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції», Кіровоград: КНТУ, 2019. С. 28-30.
15. Шавкун В.О. Визначення параметрів ведених зірочок подавальних ланцюгів кукурудозбирального комбайну [Електронний ресурс] / В.О. Шавкун, І.О. Савченко, О.М. Васильковський // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції», Кіровоград: КНТУ, 2019. С. 32-33.

ПРИНЦИПИ ПРОЄКТУВАННЯ АДАПТИВНИХ СЕПАРАТОРІВ ЗЕРНОВИХ СУМІШЕЙ

Д. Петренко, к.т.н., доцент;

І. Білиценко, аспірант;

Г. Сидоренко, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Серед пріоритетних галузей нашої держави аграрний сектор зберігає стратегічну вагу, виступаючи мультиплікатором для розвитку суміжних галузей. У цьому контексті, системи очищення і сортування зернового матеріалу набувають статусу ключової ланки адаптивного агротехнологічного комплексу. Вони є не просто засобом видалення домішок, а прецизійним інструментом покращення якості посівного фонду через сортування на фракції за комплексом фізико-механічних властивостей [1, 2]. Сучасний ринок пропонує широкий арсенал обладнання – від традиційних повітряно-решітних машин та трієрів до високотехнологічних фотосепараторів [1-3, 6].

Проте, в умовах зростаючих світових вимог до якості продукції та орієнтації на мінімізацію енергетичних і матеріальних витрат, виникає гостра потреба у впровадженні адаптивних зерноочисних систем. Ці системи мають бути здатні не просто механічно виконувати операцію, а самоадаптуватися, тобто оперативно коригувати технологічні параметри (швидкість повітряного потоку, його напрямок, подачу, амплітуду коливань тощо) в режимі реального часу залежно від фізико-механічних параметрів зернової суміші та якості виконання процесу [4, 7-9].

Аналіз стану очищення зернових матеріалів повітряним потоком [2-4, 7, 8] дозволяє зазначити:

1. Аналіз конструкцій зерноочисних машин підтверджує, що можливості повітряного потоку як інструменту для розділення зернової суміші є надзвичайно широкими та універсальними. Ця універсальність створює вагомі передумови для подальшого поглибленого вивчення його потенціалу та впровадження ефективніших методів використання в сепараційних процесах.

2. Прагнення до підвищення продуктивності сепараторів шляхом простого збільшення питомих навантажень на робочі органи, без їх суттєвого конструктивного вдосконалення, призводить до критичного результату – різкого зниження якості розділення та зростання втрат корисного зерна у відходах.

3. Можливості інтенсифікації процесу очищення лише за рахунок зміни базових конструктивних параметрів пневмоканалів на сьогодні майже вичерпані. Подальший розвиток технологій неможливий без застосування додаткових пасивних або активних робочих органів. Такі інновації мають на меті створення «ідеальних» умов сепарації, мінімізуючи турбулентність та оптимізуючи розподіл матеріалу.

4. На сьогоднішній день актуальним завданням є вдосконалення вертикального пневмоканалу, який працює за методом «зважування» (тобто, сортування за питомою вагою та швидкістю витання). Саме цей тип каналу демонструє потенціал для розділення зернового матеріалу з найбільшою питомою продуктивністю, що робить його ключовим об'єктом для досліджень і модернізації.

Ключовим завданням для підвищення точності та стабільності процесу сепарації є впровадження автоматизації із зворотним зв'язком у систему завантаження зерноочисної машини. Лише такий підхід дозволяє реалізувати адаптивний контроль і прецизійне керування процесом сепарації в реальному часі [7-9].

Система точного контролю подачі зернової суміші повинна забезпечувати не лише регулювання об'єму, але й визначену точність коригування для забезпечення ідеально рівномірного розподілу матеріалу по всьому перерізу каналу. Для досягнення цієї мети ключовим виконавчим елементом є конусоподібний розподільник (рис. 1).

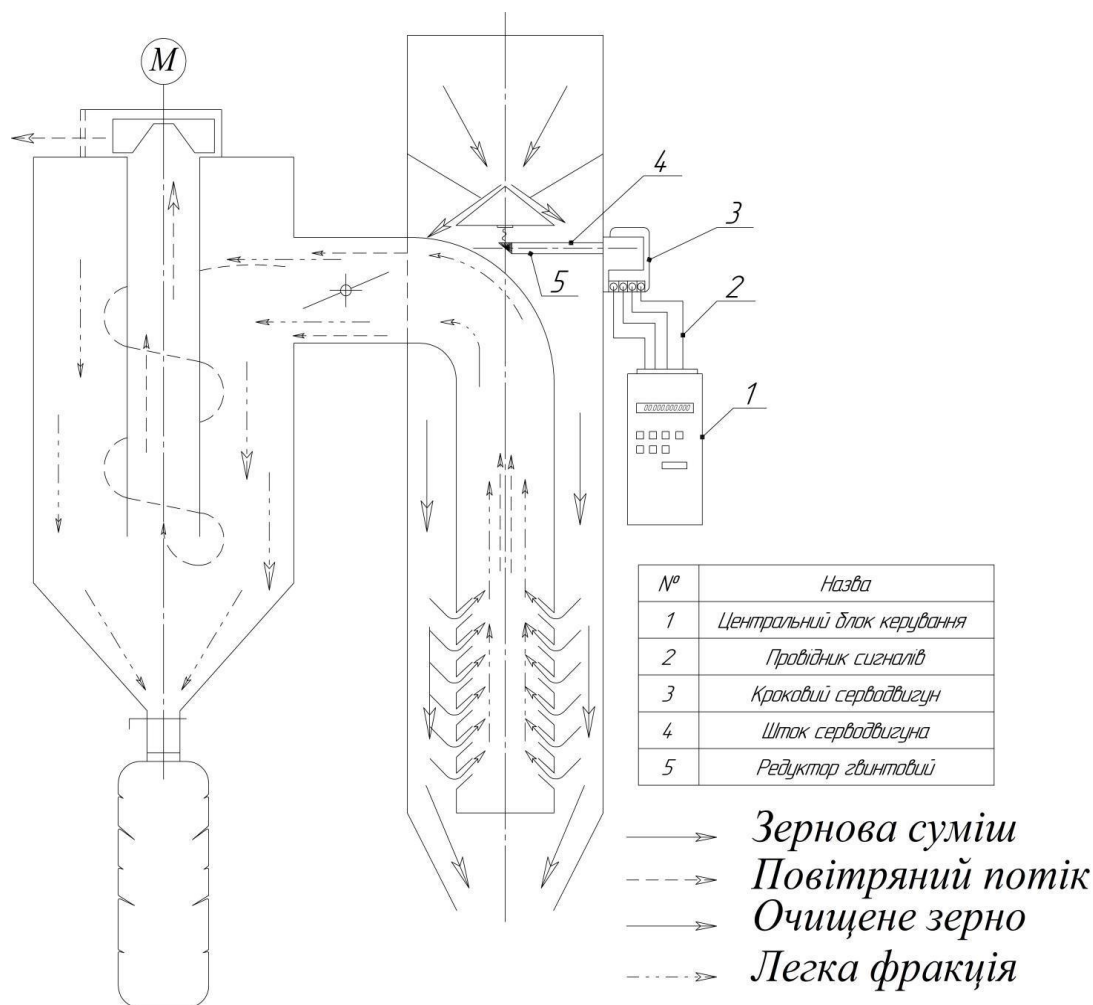


Рис. 1. Реалізація принципу впровадження автоматизації із зворотним зв'язком у систему завантаження зерноочисної машини

Конусоподібний розподільник (який коригує об'єм, швидкість та рівномірність подачі) має привід через передачу гвинт-гайка 5. Цей механізм забезпечує точне вертикальне переміщення розподільника на задану величину. Для реалізації цього точного вертикального зсуву з мінімальним кроком пропонується використати гібридний кроковий серводвигун 3, наприклад, моделі LeadShine 3DM580S. Серводвигун, зсуваючи шток 4 на чітко визначений кут, гарантує необхідну точність переміщення. Гібридний кроковий серводвигун був обраний за його здатність забезпечувати обертання вала в широкому діапазоні швидкостей (від 5 до 100 об/хв) при низькій напрузі живлення (12 В).

Точний зсув розподільника контролюється за допомогою датчика кутового зміщення, вбудованого безпосередньо в модуль крокового двигуна.

Оскільки стабільність сепарації критично залежить від вхідних параметрів сировини, ключовим сенсором є моніторинг вологості. У приймальний бункер інтегрується універсальний цифровий датчик вологи (наприклад, гігрометр ХН-В403, 12 В), який передає дані про поточний рівень вологості.

Програмна обробка всіх вхідних даних від датчиків відбувається у блоці керування 1, де розміщений мікроконтролер. На основі цих розрахунків формуються команди-імпульси, що подаються на кроковий серводвигун. Кінцева функція цього мехатронного комплексу –

автоматичне встановлення та підтримання заданої швидкості та рівномірності подачі зерноsumіші, динамічно корегуючи положення конуса залежно від вологості сировини.

Таким чином, впровадження мехатронної системи забезпечує автоматичне встановлення оптимальної швидкості подачі матеріалу. Це гарантує стабільність, високу точність та ефективність процесу сепарації, мінімізуючи вплив людського фактора та змінних характеристик зерноsumіші.

Список використаних джерел

1. Моделювання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (очищення, сепарація, сушіння, активне вентилявання, охолодження) : колект. монографія / Котов Б. І. та ін.; Нац. акад. аграр. наук України, Нац. наук. центр "Ін-т механізації та електрифікації сіл. госп-ва". Київ; Ніжин : Лисенко М. М. [вид.], 2017. 551 с.
2. Степаненко С. П. Механіко-технологічне обґрунтування процесів і обладнання безрешітного фракціонування зернових матеріалів: дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.11. Глеваха. 2020. 362 с.
3. Nesterenko, A.V., Leshchenko, S.M., Vasylovskiy, O.M., Petrenko, D.I. Analytical assessment of the pneumatic separation quality in the process of grain multilayer feeding. INMATEH - Agricultural Engineering. 2017. No.53(3). Pp. 65-70.
4. Алієв Е. Б., Гаврильченко О. С. Обґрунтування автоматизованої системи керування потоком повітря в аеродинамічному сепараторі насінневого матеріалу. Сучасні проблеми вдосконалення технічних систем і технологій у тваринництві. Вісник Харківського Національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків. 2019. Вип. 201. С. 132–140.
5. Нестеренко О.В., Лещенко С.М., Васильковський О.М., Петренко Д.І. Оцінка рівномірності розподілу та засміченості зерна при його багаторівневому введенні в пневмосепаруючий канал. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Кропивницький : ЦНТУ. Вип. 51. 2021. С. 111-116.
6. Areas of improvement of feeding devices for pneumatic separation channels / O. Nesterenko, O. Vasylovskiy, R. Kisilov. Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences. 2023. Col.7(38), Part II – S. 90-97. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).2.90-97](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).2.90-97).
7. Aliiev E. Lupko K. Kobets O. Development of adaptive seed-separation trier for small-seeded crops. Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series II: Forestry. Wood Industry. Agricultural Food Engineering. 2023. 16 (65), 1. P. 103–126. DOI: 10.31926/but.fwiafe.2023.16.65.1.8.
8. Недельський Д.С., Петренко Д.І. Мехатронні принципи керування зерноочисними сепараторами. Вісник Степу. Науковий збірник ІСГС НААН. Вип. 22. Вінниця : НІЛАН-ЛТД, 2025. С. 84-86.
9. Мехатронний аналіз роботи пневмогравітаційного сепаратора зернових сумішей / Д. С. Недельський, Д. І. Петренко, С. М. Лещенко, О. М. Васильковський. Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник: технічні науки». 2025. Вип. 12(43). Ч. I С. 245-252.
10. Васильковський О. М. Підвищення ефективності повітряного очищення зерна / О. М. Васильковський, Д. І. Петренко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 35. – Кіровоград : КНТУ, 2005. – С. 286–288.
11. Васильковський О. М. Результати експериментальних досліджень відцентрово-пневматичного сепаратора зерна / О. М. Васильковський, Д. І. Петренко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 36. – Кіровоград : КНТУ, 2006. – С. 54–56.
12. Васильковський О. М. Аналіз закономірності руху частки по прутковому барабану відцентрово-пневматичного сепаратора зерна / О. М. Васильковський, Д. І. Петренко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 37. – Кіровоград : КНТУ, 2007. – С. 109–115.
13. Васильковський О.М. Аналіз закономірності руху частки по прутковому барабану відцентрово-пневматичного сепаратора зерна з врахуванням повітряного опору середовища / О. М. Васильковський, Д. І. Петренко // Вісник Харківського національного технічного університету ім. П. Василенка. – Харків, 2007. – Вип. 59 – С. 177–186.
14. Васильковський О.М. Обґрунтування параметрів аспірації відцентрового пневморешітного сепаратора зерна / О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, Д.І. Петренко, С.М. Мороз, А.С. Кожанова // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград. - 2011. - Вип. 41 (2) - С. 141-146.
15. Нестеренко О.В., Лещенко С.М., Васильковський О.М., Петренко Д.І. Оцінка рівномірності розподілу та засміченості зерна при його багаторівневому введенні в пневмосепаруючий канал. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кропивницький: ЦНТУ. Вип. 51. 2021. С. 111-116.

ПЕРЕОБЛАДНАННЯ ЗЕРНОВИХ СІВАЛОК ДЛЯ СІВБИ СОЇ

В. Сало, д.т.н., професор;

Б. Вовнянко, аспірант;

О. Ткаченко, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Галузь рослинництва є основною у сільськогосподарському виробництві України. Серед багатьох культур, які вирощуються на особливе місце заслуговує соя завдяки багатогранності сфер її використання [1]. Вона представлена багатьма сортами адаптованими до різних кліматичних зон та умов вирощування і має різні біологічні особливості. Так, для вирощування у Степовій засушливій зоні, де зазвичай є характерною є нестача вологи, рекомендовано висівати низько- та середньорослі сорти, які мають певні особливості агротехніки. Для таких сортів є характерним звуження ширини міжрядь до 30 см і менше порівняно з 45-70 см рекомендованими для високорослих сортів та вирощуванні сої на посівний матеріал.

Для забезпечення даної ширини міжрядь необхідні відповідні посівні машини. Проведений аналіз поширених сівалок, які рекомендовані для сівби сої свідчить про те, що ширину міжрядь до 30 см можуть забезпечувати тільки зернові рядкові сівалки вітчизняного виробництва марок СЗ [2,3,4,5,6]. Досягається це шляхом перекриття половини (через один) висівних апаратів і виведення з роботи відповідної кількості сошників, що з урахуванням конструкції даних машин зробити проблематично, або досить трудомістко. Крім цього, насіння сої висівають на малу глибину 4-6 см і вона є досить чутливою до даного показника, а дискові сошники зернових сівалок не характеризуються високою рівномірністю загортання насіння по глибині і потребують ретельної передпосівної підготовки ґрунту [7].

За таких умов, при наявності у малих та середніх фермерських господарствах зернових сівалок з, відпрацювавши свій ресурс, дисковими сошниками можна рекомендувати переобладнати ці машини посівними секціями на основі долотовидних сошників, здатних якісно виконувати процес сівби навіть за мінімальної чи нульової підготовки ґрунту [8]. Важливим є те, що заміна дискових сошників на посівні секції можлива без будь-яких змін в конструкції сівалки. Кріплення секцій адаптоване під даний тип сівалок (рис.1).

Як приклад, таких секцій на сівалку СЗ-3,6 потрібно встановлювати 12 шт в один ряд, так як при відстані між рядками 30 см накопичення рослинних решток та ґрунту між ними не відбувається.

При заміні одного типу загортаючих робочих органів на інший виникає питання зміни енергоємності самого процесу. Для отримання обґрунтованої відповіді на дане питання були проведені польові експериментальні дослідження запропонованої конструкції посівної секції з метою встановлення залежності її тягового опору від глибини ходу долотовидного сошника та робочої швидкості посівного агрегату. Дослідження проведені на досліднім полі кафедри загального землеробства в червні 2025 р. Поле, попередником на якому була люцерна, оброблене з осені дисковими знаряддями, весною не оброблялося. Ґрунт за механічним складом – суглинок середній, злежаний твердістю 1,1 мПа. В якості технічного забезпечення використовували трактор Т-0,12 та посівний модуль, розроблений на кафедрі.

За результатами досліджень встановлено, що тяговий опір секції при зміні глибини ходу сошника від 4 до 8 см і робочої швидкості від 0,5 до 2,5 м/с змінюється від 0,12 до 0,4 кН.

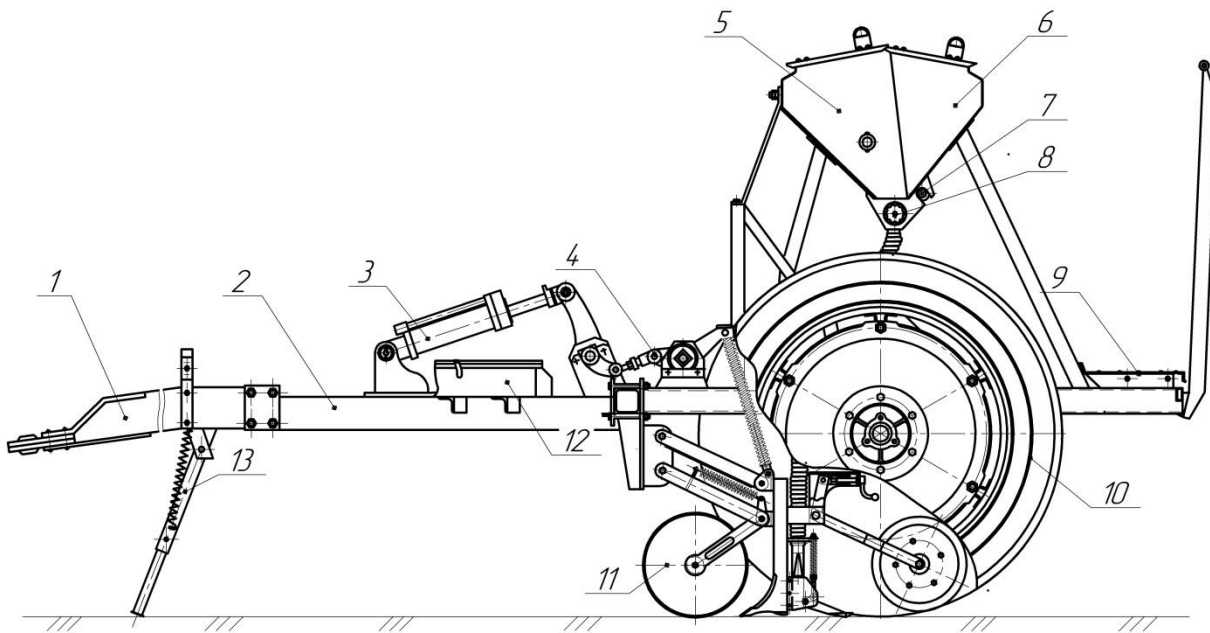


Рис.1. Загальний вигляд модернізованої сівалки з однорядним розташуванням посівних секцій для використання у технологіях вирощування сої в Степовій зоні України: 1 – причіпний пристрій; 2 – сніці; 3 – гідроциліндр; 4 - механізм переведення сівалки з робочого в транспортне положення в навіпаки; 5 – зерновий ящик; 6 – туковий ящик; 7 – туковисівний апарат; 8 – зерно висівний апарат; 9 – підніжна дошка; 10 – опорно-приводні колеса; 11 – посівна секція з долотовидним сошником; 12 – інструментальний ящик.

Сумарний опір секцій встановлених на сівалку виявляється меншим за сумарний опір дискових сошників на 25-30%. Отже, переобладнана сівалка може агрегатуватися з традиційно задіяними для цього тракторами марок ЮМЗ , МТЗ чи іншими аналогічного тягового класу з можливістю роботи на підвищених швидкостях, що сприяє підвищенню продуктивності посівного агрегату, зниженню перевантаження засобу агрегування та витрат пального. Використання запропонованої посівної секції також здатне покращити показник рівномірності загортання посівного матеріалу по глибині, що підтверджено дослідженнями [7], та позитивно вплинути на врожайність сої

Список використаних джерел

1. Технологія вирощування сої: насіння, інокуляція, живлення та захист. 9 травня 2025. Електронний ресурс. <https://www.eridon.ua/tehnologiya-viroshchuvannya-soyi-nasinnya-inokulyaciya-jivlennya-ta-zahist>.
2. Monosem — сторінка «NG Plus Series Manuals» (операторські/сервісні мануали — калібрування/налаштування). Електронний ресурс: Monosem+1.
3. John Deere — офіційна сторінка 1775NT Drawn Planter (специфікації, опції MaxEmerge/ExactEmerge, SeedStar). Електронний ресурс: [deere.com](https://www.deere.com).
4. Сівалка Tempo від Väderstad: особливості будови, переваги та досвід користування. Електронний ресурс: <https://kurkul.com/spetsproekty/1629-sivalka-tempo-vid-vderstad-osoblivosti-budovi-perevagi-ta-dosvid-koristuvannya>.
5. Протокол випробувань № 1931/0301-01-2015 від 29 липня 2015 р. УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого.
6. Сівалка зернотукова рядкова СЗ-3,6А та пристосування. Керівництво з експлуатації СЗГ 00.000А. ПАТ «ЧЕРВОНА ЗІРКА», Кіровоград 2011р.
7. Порівняльні показники роботи сошників двох типів. // В.М. Сало, С.М. Лещенко, Б.Г. Вовнянко, С.М. Мороз. // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник - випуск 54. Кропивницький 2024 (стор. 160-167).
8. Посівна секція. Патент на корисну модель. Україна. 156272.A01C 7/00, A01C7/20. Вовнянко Б.Г. Володілець: Центральноукраїнський національний технічний університет.у 2023; 29.05.2024, Бюл. №23.

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА КОНСТРУКЦІЙ ГИЧКОРІЗІВ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ГИЧКИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

С. Кібукевич, студент;

Ю. Мачок, к.т.н., доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Збирання гички цукрових буряків є важливим етапом технологічного процесу вирощування та заготівлі коренеплодів, оскільки прямо впливає на якість сировини, рівень технологічних втрат, ефективність наступних операцій і загальну економічну результативність виробничого процесу. У зв'язку з розвитком конструкцій машин та агротехнологій технологічні схеми постійно вдосконалюються, проте, оптимізація процесу зрізання та відведення гички залишається складним завданням через природну варіативність рослин, специфіку агротехнічних умов та економічні обмеження. У цьому аналізі акцент зроблено на оцінку сучасних технологій, конструкцій гичкорізів, визначення їхніх переваг і недоліків, а також окреслення перспективних напрямів подальшого вдосконалення.

Процес збирання гички повинен мінімізувати пошкодження головки кореня, а також забезпечити максимально повне або майже повне видалення надземної частини рослини. Важливо запобігти втратам маси, які можуть негативно вплинути на рівень цукристості та термін зберігання коренеплодів. Основна проблема полягає в тому, що рослини цукрових буряків суттєво різняться за висотою гички, товщиною та розташуванням головки коренеплоду відносно поверхні ґрунту, через що створення універсального механізму для якісного зрізання стає досить складним завданням [1].

Існує важлива взаємозалежність між параметрами гички, розташуванням коренеплоду і висотою гичкорізного механізму [1,2]:

- недостатнє заглиблення коренеплоду спричиняє зрізання його верхньої частини;
- надмірне заглиблення викликає залишення частини черешків, що погіршує якість очищення та збільшує забрудненість маси.

Вибір тієї чи іншої технології визначається конкретними завданнями. Основним фактором є потреба господарства в гичці для годівлі тварин, як у свіжому вигляді, так і для подальшої переробки, наприклад, на силос. Важливо також забезпечити домогосподарства цим цінним кормовим ресурсом. У таких випадках черешки гички зазвичай зберігають у цілісному стані, після чого їх або складають у кагати, або транспортують безпосередньо до місця використання. Інший підхід передбачає застосування барабанного (роторного) гичкоріза, який зрізає гичку, подрібнює її, завантажує в транспортний засіб для подальшого перевезення з метою годівлі, силосування, а також для виробництва біогазу чи біоетанолу [1,3-12].

По-друге, актуальним завданням є відновлення родючості ґрунту. Для цього обрали метод використання подрібненої гички. У процесі застосовують барабанні гичкорізи, а здебільшого шнекові транспортери переміщують подрібнену масу на зібрану територію. Після цього гичка рівномірно розкидається по полю і заорюється, виступаючи як первинна органіка. Крім того, подрібнену гичку використовують для силосування або як корм для тварин.

Варто звернути увагу, що кожна з описаних технологій передбачає додаткове очищення головок від залишків черешків гички, особливо з бічних поверхонь.

Для реалізації цих технологій на даний час використовують копірні або безкопірні гичкорізи. Гичкорізи можуть мати активні або пасивні ножі, пасивні або активні копії.

До найдосконаліших апаратів відносять копірні дискові гичкорізи вітчизняного виробництва [2]. Вони дуже якісно виконують процес зрізання гички завдяки наявності копіру, але мають суттєвий недолік – складна регульована важільна система кріплення до рами. Ця система потребує індивідуального регулювання, як при підготовці до роботи так і в процесі роботи. У виробництві також можна бачити гичкорізи з пасивними полозковими копірами та пасивними ножами, які встановлюють під деяким кутом до напрямку руху агрегату [2]. Досить прості за будовою та, завдяки наявності копіру мінімально зрізають цукроносну частину коренеплоду. Але в його будові закладений основний недолік. Він полягає в тому, що швидкість різання визначається швидкістю руху агрегату. Її недостатньо для забезпечення якісного процесу різання, що призводить до вивертання деяких, високо розміщених коренеплодів.

Найбільш поширеними на даний час, як за кордоном так і в Україні є гичкорізи барабанного типу. Їх встановлюють на гичкорізальних модулях самохідних бурякозбиральних комбайнів провідних світових фірм та безпосередньо на гичкозбиральних машинах. Таке поширення він набув завдяки своїй простоті, надійності та універсальності [1,2,3].

Барабанні апарати бувають двох типів, з жорстким або шарнірним кріпленням ножів до труби барабана. Перші більш якісно виконують технологічний процес, але при контакті ножів з перешкодою останні можуть вийти з ладу. Шарнірне кріплення ножів усуває цей недолік, але може виникнути проблема стійкості ножа від радіального відхилення. На якість їх роботи суттєвий вплив має частота обертання барабана.

Бачимо, що технології варіюються від збереження цілісної гички для годівлі до її подрібнення для силосування чи відновлення родючості ґрунту. Найпоширеніші барабанні гичкорізи вирізняються універсальністю, а копірні дискові - якістю зрізу. Подальше вдосконалення спрямоване на розробку адаптивних механізмів, які зможуть забезпечити стабільно високу якість зрізання гички за будь-яких умов.

Список використаних джерел

1. Барановський В. М. Технологічні аспекти процесів роботи гичкозбиральних модулів: Монографія / В.М. Барановський, М.Р. Паньків, Е.Б. Береженко, Б.М. Береженко, В.А. Бойко. – Тернопіль: Ред.-вид. відділ ТНТУ ім. І. Пулюя, 2022. – 294 с.
2. Волоха М.Н. Технологічний комплекс машин для виробництва буряків цукрових: ширина міжрядь. Теорія, моделювання, результати випробувань [монографія] / М.П. Волоха.- Київ: Центр учбової літератури, 2015. – 220 с.
3. Berezhenko E. Analysis of methods for harvesting haulm root crops and designs of harvest modules. Innovative Solutions in Modern Science. USA, New York: Center for international scientific cooperation TK Meganom, LLC. 2020. № 2(38). С. 46 – 54.
4. Войтюк Д. Г., Барановський В. М., Булгаков В. М Сільськогосподарські машини: Основи теорії та розрахунку. Підручник. Київ: Вища освіта, 2005. 464 с.
5. Войтюк Д. Г., Гаврилюк Г. Р. Сільськогосподарські машини: Підруч-ник. Київ: «Каравела», 2004. 552 с.
6. Войтюк Д. Г., Аніскевич Л. В., Волянський М. С., Мартишко В. М., Гуменюк Ю. О. Сільськогосподарські машини: Навчальний посібник. Київ: «Агроосвіта», 2017. 180 с.
7. Войтюк Д. Г., Аніскевич Л. В., Іщенко В. В. Сільськогосподарські машини. Київ: «Агроосвіта», 2015. 679 с.
8. Войтюк Д. Г., Дубровін В. О., Іщенко Т. Д. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник. Київ: Вища освіта, 2004. 544 с.
9. Біліченко В. В., Борисюк Д. В. Розробка очищувача коренеплодів буряка від забруднень. Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь: збірник тез III-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Житомир, 29-30 березня 2017 р.). 2017. С. 16-18.
10. Д. В. Борисюк, В. Й. Зелінський, А. В. Спірін, І. В. Твердохліб. Тенденції розвитку техніки для збирання цукрових буряків. Вісник машинобудування та транспорту. 2017. № 2. С. 28-33.
11. Гунько А. С., Іванов М. І., Шаргородський С. А. Моделювання роботи механізму приводу рамкигичкозрізальної машини. Збірник наукових праць ВНАУ. Вінниця, 2012. вип. 10, т. 2(59). С. 54-58.
12. Іванов М. І., Гунько І. В., Шаргородський С. А. Дослідження якості роботи гідравлічної системи приводадоочисників головок цукрового буряку із гідравлічним приводом поперечних коливань рамки робочих органів. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2017. № 4 (99). С. 98-103.

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА М'ЯСА СВИНИНИ

В. Романенко, студент;

Ю. Мачок, к.т.н., доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Виробництво свинини в нашій країні базується на трьох основних технологіях: трифазній, двофазній та однофазній. Найбільш поширеним підходом є трифазна технологія, згідно з якою поросят після відлучення переміщують до окремих спеціалізованих станків для дорощування. На наступному етапі їх переводять до спеціалізованих відділень для відгодівлі.

Ця технологія потребує відповідної кількості приміщень для утримання значного поголів'я тварин, що робить її більш доцільною для великих спеціалізованих підприємств. Основою підходу є принцип потокового виробництва кінцевого продукту. Попри численні переваги, вона має серйозний недолік, пов'язаний зі стресовим впливом на тварин. Зміна умов утримання викликають у поросят стрес, який негативно позначається на їхній продуктивності.

Двофазна технологія забезпечує більш сприятливі умови в цьому аспекті. У рамках цієї системи свиней утримують в одному станку під час періодів підсисного та дорощування, а вже потім переводять у відділення для відгодівлі. З психологічної точки зору такий режим є більш комфортним для тварин. Цей підхід вимагає значно менших матеріальних ресурсів і може бути рекомендованим до впровадження рекомендується у малих і середніх господарствах.

Однофазна технологія виробництва свинини передбачає утримання поросят в одному приміщенні від їх народження до завершення відгодівлі. Цей підхід є ефективним та зручним для невеликих господарств та навіть селянських домогосподарств [3].

Відомою перспективною технологією утримання свиней є холодний метод на глибокій підстилці в приміщеннях тентових ангарів [2]. Перевага цієї технології полягає у відсутності потреби в будівництві капітальних свинарників, що дозволяє значно знизити витрати на капітальне будівництво. В практиці також поширене використання схожої методики для утримання свиноматок і племінних кнурів. Обігрів забезпечується за рахунок процесу пріння підстилки та гною [1]. Подібний підхід до утримання свиней використовують в Канаді.

На вітчизняних підприємствах у сфері виробництва свинини впроваджують окремі закордонні технології, які набули широкого використання у Франції, Данії та інших країнах.

Згідно з даними деяких дослідників, утримання свиней у приміщеннях вільного вигульного типу може сприятливо впливати на їх продуктивність і репродуктивну функцію завдяки впливу температурних факторів, як тепла, так і холоду, на організм тварин. Крім того, застосування напіввідкритих літніх таборів в подібних умовах здатне істотно підвищити продуктивність [4].

Таким чином, різноманіття технологій виробництва свинини дає можливість виробнику зробити свій вибір. На основі аналізу можна зробити висновок, що найбільш ефективною може бути трифазна технологія, яка дозволить організувати потокову технологію виробництва м'яса свинини.

Список використаних джерел

1. Свинарство: монографія / В.М. Волощук, В. П. Рибалко, М. Д. Березовський та ін. К.: Аграрна наука, 2014. 587 с.
2. Повод М. Альтернативне свинарство: український досвід // Пропозиція. 2006. № 8. С.102-105.
3. Свинарство в Україні: технологія, рентабельність та перспективи. URL: <https://agroapp.com.ua/uk/blog/svinarstvo-v-ukraini-technologiya-rentabelnist-ta-perspektivi>.
4. Технологія виробництва продукції свинарства / В.І. Герасимов, Д.І. Барановський, А.М. Хохлов та ін. Х.: Еспада, 2010. 448 с.

**МЕХАНІЗАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ З УДОСКОНАЛЕННЯМ КОНСТРУКЦІЇ
ПОДРІБНЮВАЧА СОЛОМИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА КЛАСИЧНОЇ
СХЕМИ ОБМОЛОТУ**

О. Бардиш, студент;

А. Солоп, студент;

С. Лещенко, к.т.н., доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет

В умовах сучасного аграрного виробництва підвищення ефективності технологій вирощування зернових культур є одним із вагомих факторів забезпечення конкурентоспроможності сільськогосподарських підприємств [2, 5]. Особливої актуальності ця проблема набуває для фермерських господарств Центральної України, де вирощування зернових культур займає важливе місце у структурі посівних площ. За таких умов завершальний етап технологічного процесу – збирання врожаю – значною мірою визначає як кількісні, так і якісні показники кінцевої продукції.

Аналіз існуючих технологій вирощування зернових підтверджує, що поряд із показниками урожайності дедалі більшого значення набуває якість обробки незернової частини врожаю. Солома та полова становлять до 40–70 % загальної маси біологічного врожаю, а характер їх подрібнення та розподілу по поверхні поля істотно впливає на агрофізичні властивості ґрунту, швидкість мінералізації органічної речовини, ефективність подальших операцій обробки та формування врожаю наступної культури сівозміни.

На етапі проведення досліджень встановлено, що серійні подрібнювачі незернової частини врожаю зернозбиральних комбайнів класичної схеми обмолоту не повною мірою відповідають сучасним агротехнічним вимогам. Основними недоліками серійних подрібнювачів є недостатній ступінь подрібнення соломи, перевищення допустимої середньої довжини різання, нерівномірність розподілу рослинних решток за шириною захвату агрегату, а також зниження якості роботи при підвищеній вологості соломи. Це призводить до погіршення умов для подальшого обробки ґрунту, збільшення енергетичних затрат та додаткових втрат часу на виконання зазначених операцій.

Метою дослідження було підвищення ефективності механізації вирощування зернових культур шляхом удосконалення конструкції подрібнювача незернової частини врожаю зернозбирального комбайна та обґрунтування його раціональних параметрів і режимів роботи. Для досягнення поставленої мети проведено комплекс теоретичних, експериментальних та польових досліджень.

У роботі виконано аналіз конструктивних схем сучасних зернозбиральних комбайнів і пристроїв для збирання незернової частини врожаю. Підтверджено, що найбільш перспективним з точки зору ресурсозбереження та агротехнічної доцільності є подрібнення і рівномірне розкидання соломи по поверхні поля при проведенні прямого комбайнування [2, 3, 4]. Однак реалізація такої технології роботи із незерною частиною врожаю потребує високої стабільності роботи подрібнювача та забезпечення раціональних аеродинамічних і кінематичних параметрів всієї технічної системи.

На основі теоретичного аналізу процесу подрібнення рослинних решток розроблено удосконалену конструкцію подрібнювача, яка передбачає збільшення кількості молотків і ножів, оптимізацію схеми їх розташування, а також можливість регулювання міжножового зазору. Це дозволяє адаптувати роботу подрібнювача до змінних умов збирання, зокрема вологості та подачі соломи.

Для обґрунтування параметрів удосконаленої конструкції розроблено математичну модель процесу подрібнення соломи в молотковому подрібнювачі зернозбирального комбайна. Основні припущення моделі наступні:

- солома надходить до зони подрібнення у вигляді потоку стебел з випадковою орієнтацією;
- кожне стебло піддається серії ударів молотками та різальній дії ножів;
- руйнування стебел відбувається при досягненні критичної енергії деформації;
- враховується вплив вологості на міцнісні властивості соломи.

З точки зору енергетичного балансу процесу, повна енергія, яка витрачається на подрібнення незернової частини врожаю, складається із:

$$E_{повн} = E_{удар} + E_{різ} + E_{трансп} + E_{втр},$$

де $E_{удар}$ – енергія ударного руйнування; $E_{різ}$ – енергія різання ножами; $E_{трансп}$ – енергія повітряного транспортування; $E_{втр}$ – втрати на тертя, деформацію корпусу тощо.

Енергія ударного руйнування може описуватися наступною залежністю:

$$E_{удар} = Q \cdot q_{уд} \cdot \eta_{удар},$$

де Q – маса соломи, що подається на подрібнення, кг/с; $q_{уд}$ – питома енергія удару, Дж/кг; $\eta_{удар}$ – коефіцієнт використання енергії удару (0,15-0,25).

Питома енергія удару залежить від швидкості молотків подрібнювача:

$$q_{уд} = k_1 \cdot V^2,$$

де k_1 – коефіцієнт, що враховує властивості соломи ($k_1 = 0,35 \dots 0,45$ для соломи пшениці чи ячменю).

Енергія різання складає:

$$E_{різ} = Q \cdot \sigma_{зр} \cdot F_{ншт} \cdot n_{різ},$$

де $\sigma_{зр}$ – межа міцності соломи на зріз, Па, $F_{ншт}$ – питома площа зрізу, м²/кг; $n_{різ}$ – кількість випадків різання на одиницю маси.

Ступінь подрібнення характеризує відношення початкової довжини стебел до середньої довжини після подрібнення:

$$i_{подр} = \frac{L_0}{L_{ср}},$$

де L_0 – початкова довжина стебел, приймаємо $L_0 \approx 800 \dots 1200$ мм для зернових; $L_{ср}$ – середня довжина частинок після подрібнення, мм.

Середня довжина частинок залежить від параметрів роботи подрібнювача:

$$L_{ср} = f(n_p, \Delta, z_m, z_n, Q, W).$$

Для спрощення аналізу використаємо емпіричну залежність:

$$L_{ср} = \frac{k_2 \cdot Q^{0,4} \cdot \Delta^{0,6} \cdot (1 + 0,02 \cdot W)}{n_p^{0,3} \cdot z_m^{0,25} \cdot z_n^{0,35}},$$

де k_2 – емпіричний коефіцієнт, для соломи зернових $k_2 = 28000$; Δ – міжножовий зазор, мм; z_m , z_n – кількість молотків та ножів відповідно; W – вологість соломи, %.

Імовірність того, що довжина частинки після подрібнення не перевищить заданого значення $L_{зад}$, описується функцією розподілу:

$$P(L < L_{зад}) = 1 - \exp\left(-\frac{L_{зад}}{L_{cp}}\right).$$

Для агротехнічних вимог $L_{зад} = 80$ мм:

$$P(L < 80) = 1 - \exp\left(-\frac{80}{L_{cp}}\right).$$

При $L_{cp} = 65$ мм, отримаємо:

$$P(L < 80) = 1 - \exp\left(-\frac{80}{65}\right) = 1 - 0,291 = 0,709 = 70,9\%$$

Це доводить, що 70,9% частинок будуть коротшими за максимально можливу довжину за чинними агровимогами 80 мм.

Експериментальні дослідження проведено за планом повного факторного експерименту [1] з варіюванням основних впливових факторів: частоти обертання ротора, міжножового зазору та подачі соломи. Як критерії оцінки якості процесу використано ступінь подрібнення, середню довжину різання, питомі витрати енергії та комплексний показник ефективності. За результатами обробки експериментальних даних отримано регресійні моделі, які адекватно описують вплив досліджуваних факторів на показники якості та енергоефективності процесу.

Встановлено, що найбільший вплив на ступінь подрібнення має міжножовий зазор, тоді як частота обертання ротора істотно впливає на енергоспоживання. Оптимальні режими роботи подрібнювача забезпечують поєднання високої якості подрібнення з прийнятним рівнем питомих енергетичних витрат. Зокрема, у зоні оптимуму ступінь подрібнення досягає 92...94 %, середня довжина різання відповідає агротехнічним вимогам, а питомі витрати енергії знижуються порівняно з базовою конструкцією.

Польові випробування модернізованого зернозбирального комбайна підтвердили результати теоретичних і лабораторних досліджень. Комбайн забезпечив продуктивність на рівні 11,8 т/год при втратах зерна не більше 0,8 % та високій надійності роботи. Рівномірність розподілу подрібненої соломи по ширині захвату відповідала агротехнічним нормам, що створює сприятливі умови для подальшого обробітку ґрунту та прискорює мінералізацію рослинних решток на 30...40 днів.

Таким чином, результати досліджень свідчать, що удосконалення конструкції подрібнювача незернової частини врожаю є важливим і перспективним напрямом інтенсифікації технології вирощування зернових культур. Запропоновані технічні рішення дозволяють підвищити якість збирання врожаю, покращити агроекологічний стан полів та забезпечити сталі функціонування фермерських господарств Кіровоградщини в умовах сучасних вимог до ефективності й ресурсозбереження.

Список використаних джерел

1. Підручник дослідника. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. / Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. – Кіровоград, Х.: Мачулін, 2016. – 204 с.
2. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
3. *Погорілець О.М.* Електронний посібник з розділу «Машини для збирання зернових культур» навчальної дисципліни «Сільськогосподарські та меліоративні машини». – К., 2008. – 206 с.
4. Хайліс Г.А., Коновалюк Д.М. Основи проектування і дослідження сільськогосподарських машин: Навч. посібник. – К.: НМК ВО, 1992. – 320 с.
5. Адамчук В.В. Сучасні тенденції розвитку конструкції сільськогосподарської техніки [Текст] / В.В. Адамчук, Г.Л. Баранов, О.С. Барановський // За ред. В.І. Кравчука, М.І. Грицишина, С.М. Ковалюк. – К.: Аграрна наука, 2004. – 396 с.

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЛОЖЕЧКО-ДИСКОВОГО САДИЛЬНОГО АПАРАТА
КАРТОПЛЕСАДЖАЛКИ**

*О. Биченко, студент;
М. Васильковський, студент;
С. Лещенко, к.т.н., доцент*

Центральноукраїнський національний технічний університет

Ефективність вирощування картоплі значною мірою визначається якістю виконання операції садіння, яка безпосередньо впливає на рівномірність розміщення рослин у рядку, повноту сходів та кінцеву врожайність культури. Одним із базових елементів машин для садіння картоплі є садильний апарат, що забезпечує дозовану подачу бульб у борозну з дотриманням заданого інтервалу. В умовах багатьох фермерських господарств України до цих пір широко застосовуються картоплесаджалки оснащені ложково-дискowymi садильними апаратами [1, 4, 5].

Незважаючи на конструктивну простоту та надійність, серійні ложково-дисківі апарати мають обмеження щодо робочої швидкості, що в більшості випадків не перевищує 6 км/год. Підвищення швидкості агрегату призводить до збільшення кількості пропусків бульб у рядку, появи двійників або випадання картоплин із ложечок, що не відповідає сучасним агротехнічним вимогам [2, 6]. У зв'язку з цим актуальним є завдання наукового обґрунтування параметрів ложково-дискОВОГО садильного апарата з метою забезпечення стабільної та якісної роботи картоплесаджалки на підвищених швидкостях.

Основна увага в роботі зосереджена на аналізі впливу кількості ложечок на садильному диску, геометрії ложечки та частоти обертання диска на якість садіння картоплі.

У процесі теоретичних досліджень встановлено взаємозв'язок між швидкістю руху агрегату, частотою обертання садильного диска та інтервалом між бульбами у рядку. Підтверджено, що за фіксованої швидкості руху агрегату збільшення кількості ложечок на диску призводить до зменшення відстані між бульбами, а отже, дозволяє адаптувати садильний апарат до заданої схеми посадки без істотного зниження продуктивності. Для схеми посадки 70×25 см і робочої швидкості 7...8 км/год доцільна є кількість ложечок на диску 15 штук.

Важливим показником якісної роботи ложково-дискОВОГО апарата є надійне утримання бульб у ложечках під час транспортування без їх механічного пошкодження. У роботі виконано обґрунтування параметрів притискних пальців і пружин, які створюють зусилля притискання бульби до ложечки. Розрахунки показали, що при жорсткості пружини 20...25 Н/м і деформації близько 5 мм сила стискання становить приблизно 0,1 Н, що є достатнім для утримання картоплини під дією відцентрових і гравітаційних сил та водночас не перевищує допустимі значення контактного тиску, за яких можливе пошкодження тканин бульби.

Експериментальні дослідження, проведені в польових умовах із використанням серійної картоплесаджалки СН-4Б, підтвердили результати теоретичних обґрунтувань. Якість розподілу бульб за довжиною рядка визначали за стандартною методикою: сошникову групу картоплесаджалки піднімали, здійснювали подачу картоплі без загортання в ґрунт, після чого проводили вимірювання інтервалів між бульбами та порівнювали отримані результати з номінальними значеннями. На основі цих даних розраховували відсоток пропусків. Дослідження проводили для варіантів із різною кількістю ложечок на садильному диску – 9, 12, 15, 18 та 21.

Отримані результати, що характеризують вплив кількості ложечок на рівномірність розподілу бульб і відсоток пропусків, були зведені в узагальнену таблицю. Подальший аналіз експериментальних даних здійснювали із використанням програмного комплексу STATISTICA 12, що дозволило визначити закономірності зміни основних показників роботи садильного апарата картоплесаджалки.

Обробку результатів експериментальних досліджень виконували із використанням загальноприйнятої методики планування та аналізу експериментів [3]. Це дало змогу побудувати поверхню відгуку (рис. 1), яка відображає взаємозв'язок між кількістю ложечок на садильному диску та інтервалом розміщення бульб у рядку та вплив зазначених факторів на критерій оптимізації, яким виступав відсоток пропусків бульб.

У процесі роботи з програмою було також отримано рівняння регресії, що описує вплив кожного із досліджуваних факторів на кількість пропусків картоплин уздовж рядка.

Отримана статистична математична модель наступна:

$$Y(C) = 31,7683 - 0,2033 \cdot x_1 - 3,0403 \cdot x_2 - 0,001 \cdot x_1^2 + 0,0794 \cdot x_2^2 + 0,0137 \cdot x_1 \cdot x_2.$$

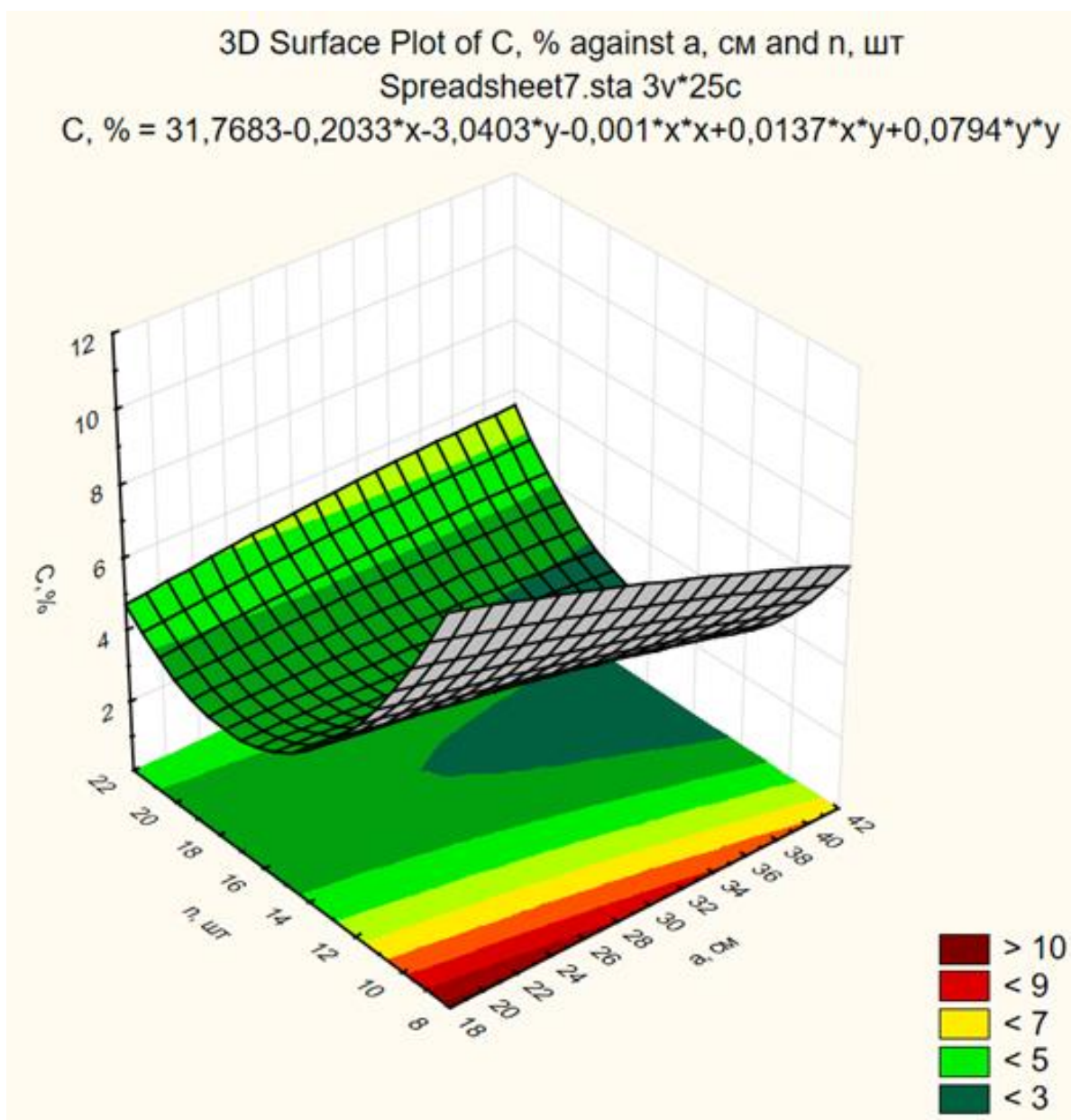


Рис. 1. Поверхня відгуку та лінії рівного виходу по оцінці впливу кількості ложечок та інтервалу між картоплинами на кількість пропусків

Аналіз рівняння регресії та побудованого графічного відображення (рис. 1) довели, що картоплесаджалка СН-4Б, працюючи зі швидкістю руху близько 7...8 км/год і оснащена садильним диском із 8...14 ложечками, незалежно від заданого інтервалу садіння, забезпечує 4,5...10 % пропусків бульб, що перевищує допустимі агротехнічні вимоги. Це підтверджує, що серійна конструкція картоплесаджалки СН-4Б із 12 ложечками на одному диску не може забезпечити якісну посадку за вказаних умов експлуатації.

Водночас збільшення кількості ложечок до 15...21 шт. сприяє зменшенню відсотка пропусків, хоча ефект зберігається лише до певного рівня – надлишок ложечок призводить до взаємного заважання їх роботі. Крім того, надмірна кількість ложечок ускладнює процес монтажу, регулювання та налаштування притискних механізмів садильного апарата.

На підставі аналізу експериментальних результатів встановлено, що оптимальна кількість ложечок на одному садильному диску становить 15 шт., що дозволяє знизити кількість пропусків до 3 % при швидкості руху 7...8 км/год. Отже, результати експериментів підтвердили теоретичні обґрунтування, згідно з якими для забезпечення якісної роботи картоплесаджалки СН-4Б доцільно встановлювати по 15 ложечок на кожному садильному апараті агрегату.

Список використаних джерел

1. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
2. Думич В. Підвищення якості садіння картоплі прогресивними робочими органами картоплесаджалок / В. Думич, В. Залужний // Вісник ЛНАУ: Агроінженерні дослідження. – №13. – Т. 2. – Львів, 2009. – С. 86-89.
3. Підручник дослідника. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. / Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. – Кіровоград, Х.: Мачулін, 2016. – 204 с.
4. Бондарчук А.А. Картоплесаджалка комбінована для садіння картоплі на малих ділянках без механічного пошкодження бульб / А.А. Бондарчук, І.Х. Мороз, О.А. Кравченко // Картоплярство України. – 2009. – № 1–2. – с. 39–43.
5. Думич В. Аналіз конструкцій для садіння картоплі / В. Думич // Техніка і технології АПК. –2012. – №12(39). – С. 10–13.
6. Ляшук, В.М. Особливості формування врожаю картоплі / В.М. Ляшук, В.Ф. Дідух, Т.П. Герасимик-Чернова, І.С. Бартошик // Сільськогосподарські машини: зб. наук.ст. – Луцьк, 2019. – Вип. 42. – С. 49–55.
7. Васильковський О., Лещенко С., Васильковська К., Петренко Д. Основи наукових досліджень. Перші наукові кроки. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. – Харків: Мачулін, 2019. 164 с.
8. Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. Машини сільськогосподарського виробництва. - Тернопіль, 2005.- 228с.
9. Рязанцев, В.Б. Вирощування картоплі з використанням картоплесаджалки із ложково-дискним садильним апаратом для садіння бульб різних розмірів /В.Б. Рязанцев, Г.Х.Мороз, М.В. Рязанцев, А.О. Рожнятовський // Картоплярство. – К.,2012. Вип. 41. – С.121–128.
10. Картопля: як посадиш — так і збереш / О. Вишнеvsька// Пропозиція – 2017. – № 4. – С. 100–102.
11. Бондарчук, А.А. Проблеми технології виробництва картоплі в Україні / А.А. Бондарчук, П.Ф. Каліцькій, І.Х. Мороз // Картоплярство України. – 2007. – № 2(7). – С. 4–7.
12. Рожнятовський, А.О. Обґрунтування параметрів технології вирощування картоплі та вдосконалення окремих робочих органів машин для її виробництва : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 / Рожнятовський Андрій Олегович ; Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН». – Київ, 2020. – 23 с.
13. Липа, А.С. Інтенсивна технологія вирощування картоплі з дослідженням та вдосконаленням картоплесаджалки : кваліфікаційна магістерська робота : спец. 208 «Агроінженерія» / наук. кер. С.М. Лещенко ; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. – Кропивницький : ЦНТУ, 2021.
14. Ляшенко, С.В. Удосконалення механізованої технології вирощування картоплі на присадибних ділянках / С.В. Ляшенко // Scientific Progress & Innovations. – 2018. – № 2. – С. 162–165.
15. <https://propozitsiya.com/articles/tekhnika-ta-obladnannya/suchasni-kartoplesadzhalni-mashyny-v-ukrayini>

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ РОБОТИ АСПІРАТОРА АСХ-10 ТА ЙОГО АДАПТАЦІЯ ДО ОЧИЩЕННЯ ДРІБНОЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ

В. Іщенко, студент;

І. Бажан, аспірант;

С. Лещенко, к.т.н., доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Післязбиральне очищення зернових і олійних культур є одним із найбільш відповідальних етапів технологічного процесу, що безпосередньо впливає на якість виробленої продукції, умови зберігання та економічну ефективність виробництва. Особливої уваги потребує очищення дрібнозернових культур, які характеризуються малою масою 1000 насінин, високою сипучістю та близькими аеродинамічними характеристиками до легких домішок. За таких умов застосування традиційних решітних зерноочисних машин є малоефективним і супроводжується підвищеними втратами повноцінного насіння у відходи [1, 2].

Метою досліджень є інтенсифікація роботи аспіраатора АСХ-10 та його адаптація до очищення дрібнозернових матеріалів шляхом удосконалення аеродинамічних і конструктивних параметрів основних робочих органів. Об'єктом дослідження є процес пневматичного очищення зернових сумішей, предметом – конструкція та режими роботи аспіраатора АСХ-10.

Аспіраатор АСХ-10 належить до машин із замкненим циклом повітря та оснащений діаметральним вентилятором, який формує рівномірний повітряний потік у вертикальному пневмосепаруючому каналі. Така схема забезпечує компактність агрегату, зменшення викидів пилу в навколишнє середовище та зниження енергетичних витрат. Водночас аналіз експлуатаційних даних і результатів інженерних випробувань показав [3, 4], що базова конструкція аспіраатора орієнтована переважно на очищення зернових культур та розділення продуктів шелушіння і не повністю відповідає вимогам до роботи з дрібнозерновими матеріалами.

У процесі промислової експлуатації та під час досліджень аспірааторів типу АСХ було встановлено, що, незважаючи на ряд його конструктивних переваг, агрегати мають низку експлуатаційних недоліків. Зокрема, виявлено такі проблемні моменти:

1. Регулювання частоти обертання вентилятора та робочих органів потребує значних затрат праці, оскільки зміна режиму роботи можлива лише шляхом заміни шківів і подальшого точного налаштування приводу.

2. Параметри повітряного потоку та аеродинамічні характеристики вентилятора недостатньо адаптовані до потреб сепарації різних культур, в тому числі і дрібнозернових, що зменшує універсальність та технологічну адаптованість зерноочисного обладнання.

3. Конструкція замкненої пневмосистеми досліджена слабо, що свідчить про відсутність повноцінних експериментальних і теоретичних досліджень та потребує уточнення з огляду на особливості руху повітряного потоку у внутрішніх каналах аспіраатора.

У якості гіпотези до роботи, керуючись попередніми дослідженнями, було запропоновано збільшити кількість лопатей на вентиляторі, що повинно вплинути на структуру повітряного потоку. Так, з метою теоретичної оцінки пульсації потоку повітря можна визначити частоту пульсацій тиску, що створюється в системі вентилятором скориставшись залежністю

$$f = \frac{z \cdot n_e}{60},$$

де z – кількість лопатей на вентиляторі; n_g – частота обертання вентилятора.

Амплітуда пульсацій швидкості повітряного потоку обернено пропорційна кількості лопаток:

$$A_v \sim \frac{1}{z}.$$

Для $z = 24$ порівняно з $z = 12$:

$$\frac{A_{v24}}{A_{v12}} = \frac{12}{24} = 0,5.$$

Вплив кількості лопатей на вентиляторі на тиск, що створюється в пневмосистемі та схема і загальна характеристика базового і модернізованого вентилятора наведені на рис. 1 та рис 2 відповідно.

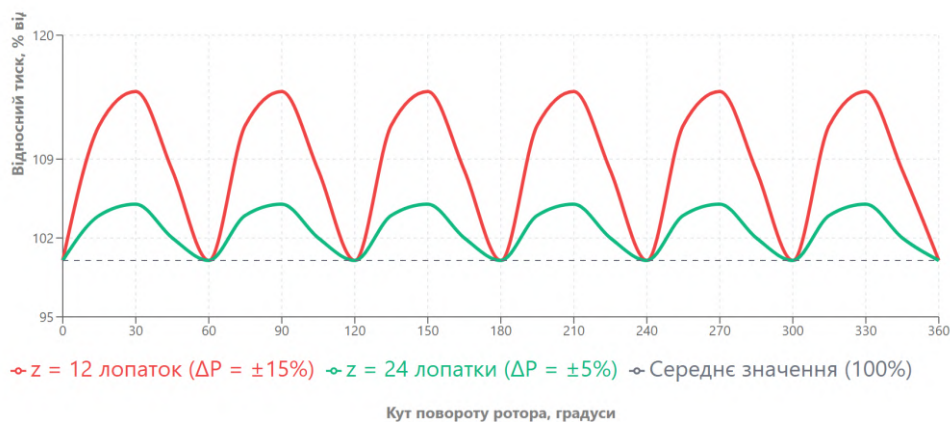


Рис. 1. Пульсації тиску при обертанні вентилятора (один повний оберт)

Отже, збільшення кількості лопаток вентилятора з 12 до 24 (рис. 2) забезпечує:

- зниження амплітуди пульсацій у 2 рази;
- підвищення частоти пульсацій у 2 рази (до 380 Гц);
- покращення рівномірності потоку повітря, що є особливо важливим для очистки дрібнонасіненних культур;
- зниження акустичних шумів внаслідок вищої частоти коливань

Система диференціальних рівнянь для руху частинки в прямокутному пневмосепаруючому каналі у двовимірному просторі (площина XOY):

Вертикальна координата (вісь OY, напрямок вгору):

$$m \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} = -m \cdot g + F_{dy} + F_{ay}.$$

Горизонтальна координата (вісь OX):

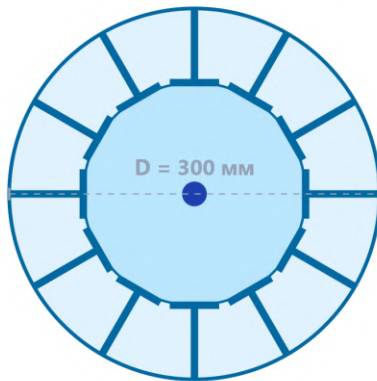
$$m \cdot \frac{d^2 x}{dt^2} = F_{dx},$$

де $F_{dy} = \frac{(c_d \cdot \rho_n \cdot S \cdot (u_y - V_y) \cdot |u_y - V_y|)}{2}$ – вертикальна складова сили опору;

$F_{dx} = \frac{(c_d \cdot \rho_n \cdot S \cdot (u_x - V_x) \cdot |u_x - V_x|)}{2}$ – горизонтальна складова сили опору;

$$F_{ay} = \rho_n \cdot V_v \cdot g \text{ – сила Архімеда.}$$

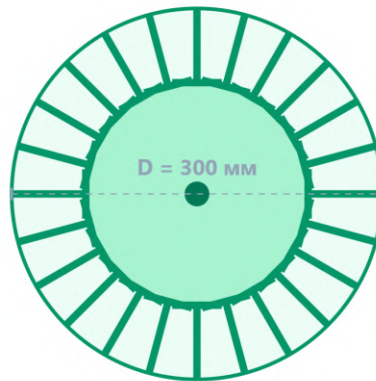
Базова конструкція (z = 12)



Характеристики базової конструкції:

- Кількість лопаток: z = 12 шт.
- Крок лопаток: t = 78,5 мм
- Продуктивність: Q = 1250 м³/год
- Пульсації тиску: ΔP₁₂ = ±15%

Модернізована конструкція (z = 24)



Характеристики модернізованої конструкції:

- Кількість лопаток: z = 24 шт. (+100%)
- Крок лопаток: t = 39,3 мм (-50%)
- Продуктивність: Q = 1320 м³/год (+5,6%)
- Пульсації тиску: ΔP₂₄ = ±7,5% (-50%)

Рис. 2. Схема та загальні характеристики базового і модернізованого вентиляторів аспірації

Прийmemo початкові умови (точка введення матеріалу):

$$t = 0; \quad x = x_0; \quad y = y_0 = H_k;$$

$$V_x = 0; \quad V_y = 0.$$

Граничні умови:

- якщо $y \rightarrow 0$, частинка досягає нижньої частини каналу (очищене насіння);
- якщо $y \rightarrow H_k$ при $x \rightarrow L_k$, частинка виноситься у рециркуляційний канал (легкі домішки);
- при контакті зі стінками ($x=0$ або $x=a$) відбувається відбиття частинки з коефіцієнтом відновлення $k_g = 0,3 \dots 0,5$.

Критичне значення для траєкторій частинок. Частинки, що рухаються поблизу стінок каналу, зазнають впливу меншої швидкості повітряного потоку (до 20...30% нижче середньої). Це призводить до:

- нерівномірності виділення домішок за шириною каналу;
- підвищених втрат основного насіння біля стінок аспірації;
- можливості просакування легких домішок у центральній зоні ПСК.

Для дрібнозернових матеріалів, наприклад ріпаку з його малим розміром частинок ($d = 2$ мм) ефект нерівномірності виражений сильніше, оскільки час релаксації (час виходу на рівноважну швидкість) є меншим:

$$\tau = \frac{\rho_v \cdot d^2}{18 \cdot \mu},$$

де $\mu = 18 \cdot 10^{-5}$ Па·с – динамічна в'язкість повітря.

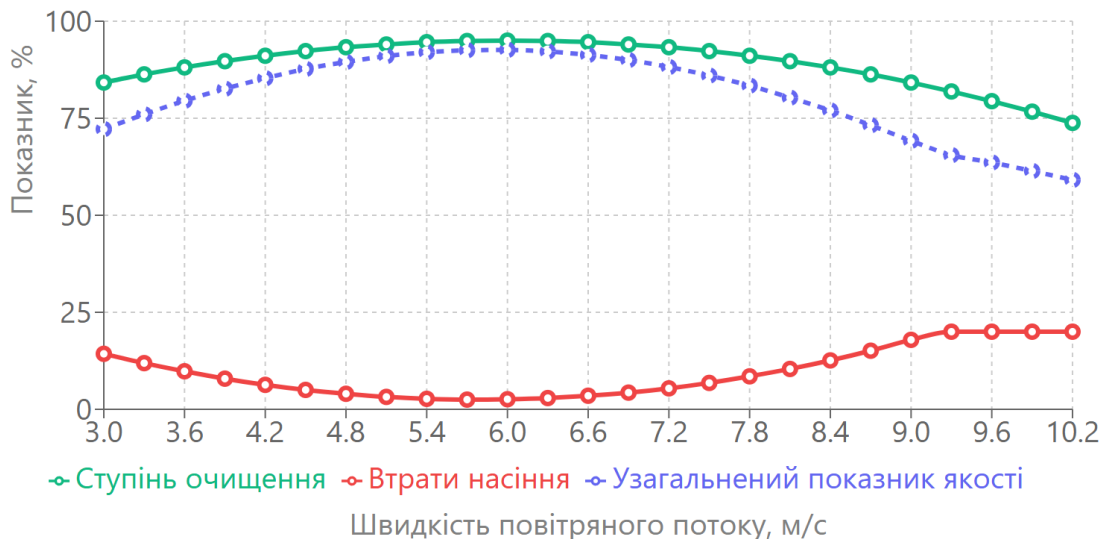


Рис. 3. Залежність ефективності очищення та втрат насіння від швидкості потоку

Таким чином встановлено, що дрібнозернове насіння, наприклад насіння ріпаку у 4,4 рази швидше реагує на зміни швидкості повітряного потоку, що робить процес повітряного очищення суміші більш чутливим до нерівномірностей профілю швидкості потоку повітря.

Список використаних джерел

1. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 3. Машини та обладнання для переробки зерна та насіння / Сисолін П.В., Петренко М.М., Свірень М.О. За ред. Черновола М.І. – К.: Фенікс, 2007. – 432 с.
2. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
3. Розробка нової конструкції пневморешітної зерноочисної машини. Том. 1. Обґрунтування параметрів транспортера-сепаратора. Монографія / В.М. Сало, С.М. Мороз, О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, Д.І. Петренко – Кіровоград: Видавець Лисенко В.Ф., 2014 – 108 с.
4. Nesterenko A.V. Analytical assessment of the pneumatic separation quality in the process of grain multilayer feeding / Аналітична оцінка якості пневмосепарації при багаторівневому введенні / Nesterenko A.V., Leshchenko S.M., Vasylovskiy O.M., Petrenko D.I. // INMATEH – Agricultural Engineering. Sep-Dec. – Bucharest / Romania, 2017. – Vol. 53, No 3. – p. 65-70.
5. Дослідження роботи пневмосепаруючого каналу на фізичній моделі / М.І. Васильковський, О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, [та ін.] // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград, 2006. – Вип.17. – С. 44–48.
6. Інтенсифікація процесу повітряної сепарації зерна / М.І. Васильковський, О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, [та ін.] // Збірник наукових праць Таврійської державної агротехнічної академії. Сучасні проблеми землеробської механіки. – Мелітополь, 2006. – Вип. 39 – С. 161–165.
7. Огляд і напрямки вдосконалення пневмосепаруючих робочих органів ЗОМ / М.І. Васильковський, О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, [та ін.] // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград, 2007. – Вип. 37. – С. 99–104.
8. Лещенко С.М. Підвищення ефективності попереднього очищення зернових сумішей / С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, М.І. Васильковський, В.В. Гончаров // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Вип. 18. – Луцьк: ред. вид. відділ ЛНТУ, 2009. – С. 230–234.
9. Попередні дослідження альтернативних джерел створення повітряного потоку в пневмоінерційних зерноочисних машинах / М.І. Васильковський, О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, [та ін.] // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград, 2009. – Вип. 39. – С. 126–132.
10. Лещенко С. М. Аналітична оцінка якості пневмосепарації на основі алгоритму функціонування зерноочисних машин / С. М. Лещенко, В. М. Сало, О. М. Васильковський, Д. В. Богатирьов, В. В. Отт // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. - 2012. - Вип. 25(1). - С. 68-73.

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЧИЗЕЛЬНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

Д. Михайлова, студентка;

В. Мельніченко, аспірант;

С. Лещенко, к.т.н., доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Сучасний розвиток аграрного сектору України зумовлює сталу потребу у збільшенні обсягів виробництва продукції рослинництва. Досягнення цієї мети можливе лише за умови комплексної інтенсифікації технологічних процесів на всіх етапах вирощування сільськогосподарських культур. Зростання виробництва тісно пов'язане не тільки з підвищенням продуктивності окремих технологічних операцій, а й із покращенням якості їх виконання та впровадженням ресурсозберігаючих рішень, що дають змогу зменшити собівартість отриманого врожаю. Водночас дедалі більшої актуальності набуває проблема збереження й відновлення родючості ґрунтів, особливо на стадії основного, глибокого обробітку ґрунту [1].

Незважаючи на наявність альтернативних технологій, у більшості вітчизняних господарств основний обробіток ґрунту досі здійснюється у вигляді традиційної оранки з використанням полицевих плугів різних конструкцій. Однак результати зарубіжних досліджень і практичний досвід [2-7] свідчать, що класична оранка належить до найбільш енерго- та ресурсомістких операцій, а використання полицевих плугів прискорює виникнення ерозійних процесів. Додатково негативний вплив на стан ґрунтів посилюється кліматичними змінами у поєднанні з антропогенними факторами, що призводить до переуцільнення орного шару, формування плужної підшви, погіршення структурного стану ґрунту та активізації водної й вітрової ерозії.

Одним із напрямів розв'язання зазначених проблем є застосування технологій основного обробітку ґрунту без обертання скиби, зокрема глибокого розпушування. Для реалізації таких технологій використовують чизельні знаряддя, глибокорозпушувачі різних типів, плоскорізи та плуги з модифікованими робочими поверхнями. Разом із тим, попри очевидні переваги безполицевих способів обробітку ґрунту, їх практичне застосування супроводжується низкою конструктивних і технологічних проблем, які потребують подальших досліджень та вдосконалень.

Зокрема, під час роботи глибокорозпушувачів і чизельних плугів складно забезпечити рівну поверхню поля після проходу агрегату. Додаткові ускладнення виникають при наявності значної кількості пожнивних решток або внесених добрив, що потребує застосування допоміжних робочих органів. Недосконалість схеми розміщення та форми основних робочих органів також негативно впливає на якість обробітку. У зв'язку з цим більшість сучасних досліджень спрямовані на обґрунтування доцільності використання додаткових робочих елементів у складі глибокорозпушувачів і чизельних знарядь.

Аналіз результатів випробувань та досвід експлуатації доводять, що серійний плуг-глибокорозпушувач ПЧ-4,5 має підвищений тяговий опір і не завжди забезпечує належну якість розпушування за складних ґрунтових умов, таких як висока твердість, надмірна вологість або пересушення ґрунту, значна кількість рослинних решток чи наявність щільної підорної підшви. У таких умовах робота агрегату не відповідає чинним агротехнічним вимогам, що обмежує ефективність його використання.

З метою часткового усунення зазначених недоліків запропоновано застосування додаткових робочих органів у вигляді крил із криволінійною поверхнею типу «дельфінячий хвіст». Передбачається, що така форма сприятиме зниженню тягового опору та одночасному підвищенню інтенсивності руйнування й кришення нижніх шарів ґрунту. Це досягається

завдяки переходу від стискаючих напружень у зоні різання до напружень розтягу на опуклій частині поверхні крила, що активізує розвиток тріщин у ґрунтовому масиві. Аналогічний підхід запропоновано застосувати й до конструкції долота, виконавши його робочу поверхню криволінійною з увігнутою ділянкою біля леза та опуклою – поблизу стояка лапи.

Для експериментального вивчення впливу геометричних параметрів удосконаленої чизельної лапи на ефективність обробітку ґрунту були виготовлені робочі органи з крилами обтічної форми різної кривизни (рис. 1). Після їх монтажу на серійний плуг-глибокорозпушувач проведено експериментальні дослідження відповідно до методики багатofакторного планування експерименту з метою встановлення впливу основних конструктивних і технологічних факторів на показники якості ґрунтообробки.



Рис. 1. Загальний робочих органів із крилами типу хвіст дельфіна

Відповідно до загальноприйнятої методики планування багатofакторних експериментів [8], із застосуванням програмного середовища STATISTICA було досліджено вплив визначених факторів на величину коефіцієнта кришення ґрунту. Як незалежні змінні, що впливають на критерій оптимізації, обрано швидкість руху чизельного плуга-глибокорозпушувача, робочу глибину обробітку та середній радіус кривизни зовнішньої поверхні крила. Рівні зазначених факторів, інтервали їх варіювання, а також порядок кодування подані у таблиці 1.

Таблиця 1

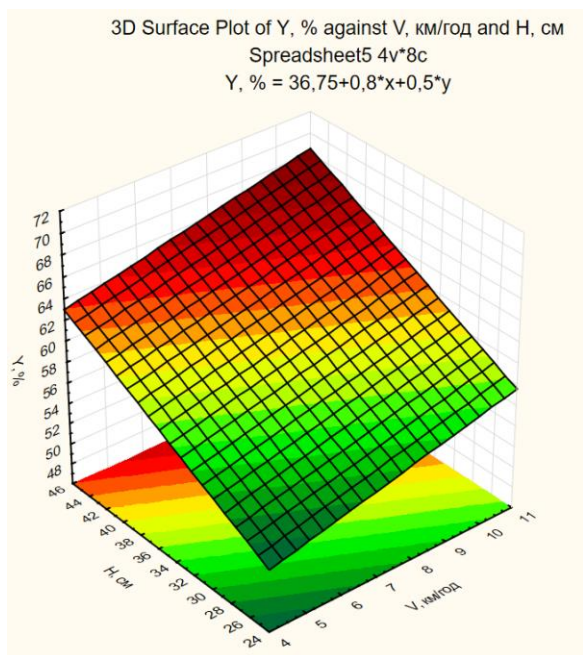
Фактори та рівні їх варіювання для експериментальної оцінки якості роботи чизельного плуга-глибокорозпушувача

№	Фактори		Рівні варіювання		Інтервал варіювання
	Найменування	Позначення	Верхній (+)	Нижній (-)	
1	Швидкість руху чизельного плуга-глибокорозпушувача V , км/год	x_1	10,0	5,0	2,5
2	Глибина розпушування H , см	x_2	45	25	10
3	Радіус кривизни зовнішньої частини крила R , мм.	x_3	200	120	40

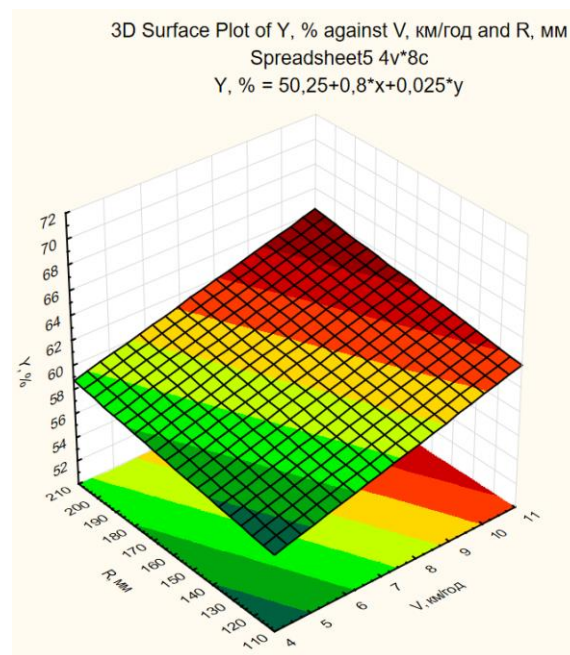
Використаний програмний пакет у автоматизованому режимі забезпечує визначення параметрів статистичної математичної моделі та супровідних оціночних характеристик. За результатами обробки експериментальних даних отримано аналітичну залежність, яка описує вплив досліджуваних факторів на показник кришення ґрунту і може бути подана у вигляді рівняння регресії:

$$Y = 60,25 + 2x_1 + 5x_2 + 1x_3 - 0,25x_1x_2 - 0,75x_1x_3 + 1,75x_2x_3$$

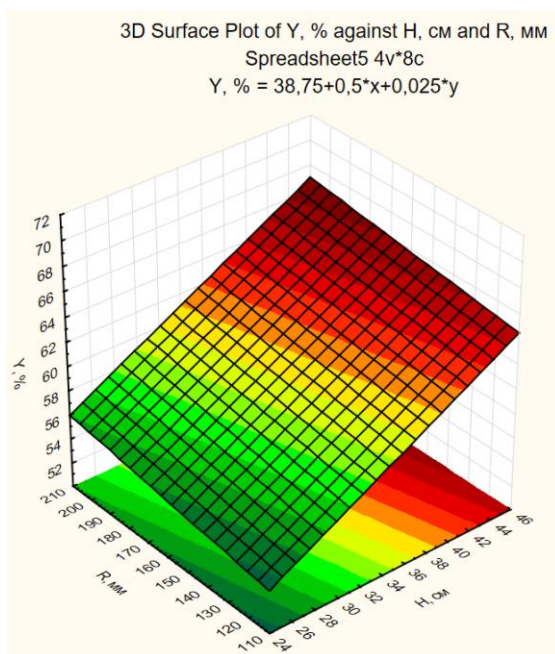
Нижче наведено тривимірні графіки попарного впливу факторів на критерій оптимізації (рис. 2).



а



б



в

Рис. 2. Графіки попарного впливу факторів на ефективність роботи чизельного плуга-глибокорозпушувача

Аналіз отриманої статистичної математичної моделі та відповідних графічних залежностей свідчить, що в межах досліджуваного інтервалу варіювання факторів збільшення швидкості руху агрегату та глибини розпушування позитивно впливає на показники якості обробітку ґрунту. Аналогічна тенденція спостерігається і для радіуса кривизни зовнішньої поверхні крила робочого органу. Водночас встановлено, що спільна дія таких факторів, як швидкість і глибина обробітку, а також швидкість і радіус кривизни крил, призводить до погіршення значення критерію оптимізації.

Слід зазначити, що подальше підвищення швидкісного режиму в реальних умовах експлуатації є обмеженим, оскільки визначається технічними можливостями енергетичного засобу та його маневровими характеристиками. Тому робочу швидкість доцільно призначати з урахуванням рекомендованих значень для відповідного виду ґрунтообробних робіт. З огляду на те, що чизельний плуг-глибокорозпушувач ПЧ-4,5 у господарстві агрегується з трактором Т-150К, раціональна швидкість виконання обробітку ґрунту становить близько 10 км/год.

Аналіз впливу глибини обробітку показує, що збільшення цього параметра безпосередньо супроводжується зростанням сумарного тягового опору машинно-тракторного агрегату. З урахуванням попередньо виконаних теоретичних розрахунків і результатів експериментальних досліджень встановлено, що за конкретних умов експлуатації найбільш раціональним є режим роботи плуга-глибокорозпушувача в інтервалі глибин 35...40 см.

Що стосується геометрії додаткових робочих органів, а саме радіуса кривизни зовнішньої поверхні крила, то результати досліджень свідчать про доцільність застосування усередненого радіуса в межах 150...160 мм. За таких параметрів забезпечується рівень кришення ґрунту на рівні 70...75 %, що повністю відповідає чинним агротехнічним вимогам. При цьому якість розпушування перевищує аналогічні показники серійного плуга-глибокорозпушувача ПЧ-4,5 без крил на 7...10 %, а у порівнянні з використанням традиційних прямолінійних крил – на 5...6 %.

Список використаних джерел

1. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 3. Машини та обладнання для переробки зерна та насіння / Сисолін П.В., Петренко М.М., Свірень М.О. За ред. Черновола М.І. – К.: Фенікс, 2007. – 432 с.
2. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
3. Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей / Сало В.М., Лещенко С.М., Лузан П.Г., Мачок Ю.В., Богатирьов Д.В. – Х.: Мачулін, 2016. – 244 с.
4. Лещенко С.М. Шляхи підвищення ефективності роботи комбінованих чизельних ґрунтообробних знарядь з додатковими деформаторами / Лещенко С.М., Сало В.М. // Механізація та електрифікація сільського господарства: [загальнодержавний збірник]. – 2016. – Випуск №4 (103) / [ННЦ «ІМЕСГ»]. – Глеваха, 2016. – С. 31-37.
5. Лещенко, С. М. Адаптація операцій чизельного обробітку до складних ґрунтово-кліматичних умов центральної України [Текст] / С. М. Лещенко, В. М. Сало, О. М. Васильковський, Д. І. Петренко, В. А. Дейкун // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти - Запоріжжя: НВК Інтер-М. - 2015. - Вип. 3. - С. 98-104.
6. Лещенко С.М., Сало В.М., Петренко Д.І., Васильковський О.М., Мельніченко В. Дослідження впливу параметрів глибокорозпушувача та комбінації робочих органів на ефективність обробітку ґрунту. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кропивницький: ЦНТУ. Вип. 53. 2023. С. 196-208. (DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2023.53.196-208>)
7. Лещенко С.М., Сало В.М., Васильковський О.М., Петренко Д.І. Визначення параметрів та ефективність роботи додаткових робочих органів глибокорозпушувачів. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кропивницький: ЦНТУ. Вип. 52. 2022. С. 108-117.
8. Підручник дослідника. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. / Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. – Кіровоград, Х.: Мачулін, 2016. – 204 с.

УРОЖАЙНІСТЬ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРУ РОСТУ В СТЕПУ УКРАЇНИ

О. Андрейченко, к.с-г. н., старший викладач;

С. Горай, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Соняшник є головною олійною культурою в Україні, особливо в степовій зоні, де він займає значну частину площ сівозмін [1]. Підвищення врожайності та якості насіння соняшнику в умовах посушливого клімату Степу є однією з головних задач агротехніки та селекції. Одним із доступних і дієвих способів збільшення продуктивності є використання регуляторів росту рослин, таких як стимулятори та біорегулятори. Вивчення ефективності різноманітних препаратів в умовах специфічного ґрунтово-кліматичного середовища Степу має суттєве практичне значення для вдосконалення технологій і збільшення рентабельності агропромисловості [2].

Рістрегулюючі препарати відносяться до природних або синтетичних органічних речовин, які впливають на ріст і розвиток рослин, стимулюючи або пригнічуючи ці процеси без негативних наслідків, таких як загибель рослин.

Природні регулятори (фітогормони) виробляються безпосередньо рослинами в невеликих кількостях та є необхідними для їх життєдіяльності. Це ауксини, гібереліни, цитокініни й брасиностероїди, які відповідають за стимуляцію росту й розвитку.

Синтетичні регулятори (ретарданти) уповільнюють вертикальний ріст рослин, зміцнюють стебла та забезпечують стійкість до вилягання.

Останні дослідження в Україні підтверджують, що використання регуляторів росту позитивно впливає на продуктивність соняшнику. Дані показують, що позакореневе внесення препаратів підвищує енергію проростання, дружність сходів, площу листової поверхні, хлорофільний індекс листків, діаметр кошика і кількість насіння в ньому. Це забезпечує збільшення врожайності від до 0,27 т/га залежно від препарату та гібриду. [3]

Дослідження, проведені науковцями Глупак З.І. та Шаповал В.М. [4], виявили реакцію соняшнику на регулятори росту від помірного зростання продуктивності до приросту врожайності. Зокрема, поєднання стимуляторів із збалансованим мінеральним живленням і мікродобривами забезпечує більш виражений позитивний ефект.

З появою нових регуляторів росту та високопродуктивних гібридів соняшнику, необхідність дослідити їхній вплив на процеси листко- і коренеутворення, а також на формування врожаю лише зростає. Тому основна ціль нашого дослідження полягала у визначенні впливу рістрегулюючих речовин на морфогенез, ріст, розвиток і продуктивність рослин соняшнику різних груп стиглості в умовах північного Степу України.

Список використаних джерел

1. Васильковська К.В., Андрієнко О.О., Малаховська В.О. Динаміка виробництва олійних культур в Україні та аналіз експорту олії. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Вип. 98. Ч. 2, 2021. С. 166-177.
2. Ревтьо О.Я. Домарацький Є.О. Оптимізація продукційного процесу агроценозів соняшнику за посушливих умов південного Степу України. Аграрні інновації 2021. №5. С.68-74.
3. Цилюрик О. І., Румбах М. Ю., Іжболдін О. О. та ін. Вплив регуляторів росту на ріст і розвиток рослин соняшнику. Агроном. 2023. https://www.agronom.com.ua/vplyv-regulyatoriv-rostu-na-rist-i-rozvytok-roslyn-sonyashnyku/?utm_source=chatgpt.com
4. Глупак З.І., Шаповал В.М. Вплив регуляторів росту на формування врожайності соняшнику в умовах північно-східної частини Лісостепу України. Таврійський науковий вісник. № 134. С.30-36.

ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ І ПОПЕРЕДНИКІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В СТЕПУ УКРАЇНИ

О. Андрейченко, к.с-г. н., старший викладач;

В. Непомнящий, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Зона Степу України відноситься до території, де для ефективного вирощування сільськогосподарських культур, а особливо ранніх зернових, ключовими факторами є оптимізація строків сівби та правильний вибір попередника. Адже зона Степу характеризується нестабільністю зволоження, частими посухами навесні та влітку, а також значними температурними коливаннями. Тому необхідно визначити методи, які забезпечать рослини вологою, теплом і поживними речовинами протягом етапів її розвитку.

Українські науковці [1] наголошують, що строки сівби значно впливають на отримання рівномірних сходів, формування продуктивного стеблостою, процес куціння та нарощування вегетативної маси. Це забезпечується оптимальним поєднанням температурного режиму та вологості у верхньому шарі ґрунту [2].

Велике значення мають попередники у структурі сівозміни, адже вони впливають на рівень накопичення вологи, поживних речовин і фітосанітарний стан поля. Після таких культур, як горох, нут, соя та кукурудза на силос, формується найвища врожайність ячменю ярого. Це пов'язано з поліпшенням водного балансу та забезпеченням рослин необхідними мінералами. У таких умовах рослини демонструють кращу польову схожість, інтенсивніше проходять фази куціння та трубкування, що позитивно впливає на кількість продуктивних стебел і вагу зерна з колоса [3].

Наукові дослідження також свідчать, що правильний вибір попередника сприятливо впливає на стан ґрунту: підвищується рівень гумусу, покращуються фізико-хімічні властивості орного шару, збільшується доступність азоту та фосфору, а також знижується рівень забур'яненості посівів.

Урожайність ячменю ярого в Степу України значною мірою залежить від погодних умов року, зокрема кількості опадів у весняний період. Однак навіть за складних гідротермічних умов правильний вибір строку сівби та попередника дає можливість частково компенсувати дію несприятливих факторів і забезпечити стабільний рівень урожайності. У роки з посушливими умовами перевага ранніх строків сівби виявляється найбільшою, оскільки рослини краще використовують зимово-весняні запаси вологи, що сприяє формуванню вищої кількості продуктивних пагонів та більшої маси зерна.

Отже, результати досліджень показують, що для досягнення максимальної врожайності ярого ячменю в умовах Степу України необхідно зосередити увагу на правильному виборі попередників та оптимальних строках сівби. Комбіноване застосування цих окремих факторів дозволяє значно підвищити продуктивність вирощування ярого ячменю та отримувати якісне зерно навіть за умов кліматичної нестабільності в регіоні Степу України.

Список використаних джерел

1. Рекомендації з технології вирощування сільськогосподарських культур та особливості проведення весняно-польових робіт для отримання врожаю в умовах 2025 року. Інститут зернових культур НААН України. Дніпро, 2025. 100 с.
2. Солодушко М. М., Солодушко В. П., Гасанова І. І., Ярошенко С. С. Вплив строків сівби озимого ячменю після різних попередників на його урожайність. Агроном. 2019. <https://www.agronom.com.ua/vplyv-strokiv-sivby-ozymogo-yachmenyu-pislya-riznyh-poperednykiv-na-jogo-rozvytok-i-urozhajnist/>
3. Гирка А. Д., Бокун О. І., Мамедова Е. І. Вплив попередників, мінеральних добрив і біопрепаратів на формування елементів структури врожайності ячменю ярого в північному степу України. Зернові культури. Том 1, № 1, 2017. С.51-55.

ВРОЖАЙНІСТЬ СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ

О. Андрейченко, к.с-г. н., старший викладач;

М. Тупас, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Ярий ячмінь є однією з основних сільськогосподарських культур в Україні, що має велике значення для забезпечення продовольчої та кормової безпеки.

У різних географічних регіонах перевага надається різним видам ячменю, що зумовлено особливостями їх використання та адаптацією до різних умов вирощування. Завдяки впровадженню сучасних технологій процеси селекції значно прискорилися, відкриваючи можливості для швидшого створення нових сортів, які відповідають потребам сучасного аграрного ринку [1].

Результати науковців доводять, що поєднання сортових особливостей ячменю ярого з іншими технологічними процесами, призводить до отримання приросту врожаю. Так, сучасні сорти при вирощуванні за інтенсивної технології дають врожайність в розмірі 4,9-5,2 т/га при сприятливих погодних, в окремих випадках, де використовують сорти-лідери врожайність сягала рівня 6,5-7,5 т/га [1]. Сортова пластичність відмічена при внесенні добрив так застосування добрив при посіві в нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ може збільшувати врожайність до 30 % у одних сортів та до 10% у інших [2].

Умови Степу визначаються ризикованим землеробством, яке характеризується нерівномірним розподілом опадів, частими посухами і високими літніми температурами. За таких обставин сортова належність набуває ключового значення у розкритті продуктивного потенціалу культур, а вибір адаптованих сортів є одним із найефективніших способів забезпечення стабільності врожайності.

Метою наших досліджень було, встановити особливості формування врожайності сучасних сортів ячменю ярого в умовах Степу України, оцінити їхню адаптивність до змінних ґрунтово-кліматичних умов та визначити сорти з найвищими показниками стабільності продуктивності.

Під час проведення досліджень проводилися наступні обліки та спостереження: фенологічні спостереження, визначення густоти рослин, елементів продуктивності (кількість продуктивних стебел, чисельність і маса зерен у колосі, маса 1000 зерен). Отриманні результати свідчать, що використання сучасних набутоків селекції рослин, дає можливість отримати більших врожаїв завдяки високій пластичності та адаптивності до умов вирощування.

Таким чином, сортові особливості відіграють ключову роль у визначенні рівня продуктивності та стабільності врожайності ярого ячменю в умовах степової зони України. Вони здатні значно впливати на кінцевий результат, зумовлюючи різницю між окремими сортами.

Список використаних джерел

1. Кирильчук А. М., Щербиніна Н.П., Чухлеб С.Л. Ячмінь – стан та шляхи збільшення виробництва зерна. Таврійський науковий вісник. № 131. С. 90-103.
2. Козелець Г., Іщенко В., Гайденко О. Вплив передпосівного внесення мінеральних добрив на врожайність ячменю ярого. Агрономія Сьогодні. https://agronomy.com.ua/statti/zernovi-kultury/2446-vplyv-predposivnoho-vnesennia-mineralnykh-dobryv-na-vrozhainist-iachmeniu-iaroho.html?utm_source=chatgpt.com
3. Андрейченко О. Г. Продуктивність півчастого та голозерного ячменів ярих залежно від норми висіву і попередника в умовах північного Степу. Бюлетень Інституту зернових культур НААН України. 2013. №4. С. 135-139.

ФОРМУВАННЯ АСИМІЛЯЦІЙНОЇ ПОВЕРХНІ ГІБРИДАМИ КУКУРУДЗИ ЗА РІЗНОЇ ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН

*О. Гаркавий, студент
О. Андрієнко, к.с.-г.н., доцентка
Центральноукраїнський національний технічний університет*

Одним із вирішальних чинників реалізації потенціалу гібридів кукурудзи є густина стояння рослин, яка впливає на рівень освітлення, водний та поживний режим, формування асиміляційного апарату й структурних елементів урожаю. Встановлення оптимальної густоти посіву для конкретного гібриду забезпечує найбільш ефективне використання площі та елементів живлення, вологи та сонячної енергії. Зміна густоти стояння рослин суттєво впливає на морфологічні показники — висоту рослин, діаметр стебла, площу листової поверхні, кількість качанів, а також на кінцеву врожайність і якість зерна.

Сучасні гібриди кукурудзи, зокрема ЛГ31272, ЛГ31305 та ЛГ31350, належать до різних груп стиглості та відрізняються реакцією на рівень загушення. Для ранньостиглих і середньоранніх гібридів оптимальна густина стояння рослин має виключне значення, оскільки вони реагують на конкуренцію за ресурси (формують меншу біомасу, швидше проходять етапи онтогенезу). Загушення призводить до внутрішньовидової конкуренції за світло, вологу та елементи живлення, що зумовлює зменшення кількості зерен у качані та маси 1000 зерен. Водночас надто зріджені посіви не забезпечують оптимального використання площі живлення і фотосинтетичного потенціалу посіву.

У зв'язку з цим дослідження реакції гібридів ЛГ31272, ЛГ31305, ЛГ31350 на різну густоту стояння рослин є актуальним науковим завданням, спрямованим на підвищення продуктивності кукурудзи, ефективності використання агрокліматичних і ресурсних факторів та розробку науково обґрунтованих рекомендацій щодо оптимізації технології вирощування.

Результати багаторічних досліджень під керівництвом О.І. Зінченка засвідчили, що високий рівень урожайності кукурудзи досягається лише за дотримання оптимальної густоти стояння рослин, яка суттєво залежить від природно-кліматичних умов зони вирощування. Так, для середньостиглих гібридів і сортів у посушливих південних районах Степу рекомендована густина становить 25–30 тис. рослин/га, у центральних степових — 35–40 тис., у північних районах Степу — 40–45 тис., у Лісостепу та на Поліссі — 55–65 тис., а на зрошуваних землях Півдня — 70–75 тис. рослин/га. Відхилення від цих оптимальних параметрів, особливо у зонах із дефіцитом вологи, призводить до істотного зниження врожайності через погіршення умов живлення та водозабезпечення рослин [1].

Регулювання густоти стояння кукурудзи має базуватися на рівні вологозабезпеченості, агрохімічних властивостях ґрунту та біологічних особливостях гібридів. Як зазначають М.І. Дудка та О.П. Якунін досягнення максимальної продуктивності можливе лише за формування оптимальної густоти посіву, оскільки як загушення, так і зрідження стеблостою однаковою мірою викликають різке зниження урожайності [2].

Загушення посівів негативно впливає на морфогенез кукурудзи — рослини надмірно витягуються, підвищується висота прикріплення качанів, погіршуються умови освітлення нижніх ярусів. За спостереженнями Ю.М. Пашенка та А.Л. Андрієнка у пізньостиглих форм кукурудзи з високорослими стеблами качани формуються значно вище, що посилює ризик вилягання. Підвищення густоти стеблостою супроводжується

зростанням площі листкової поверхні, яка частково затіняє нижні листки, знижуючи ефективність фотосинтетично активної радіації. Це призводить до зменшення кількості повноцінних качанів, недорозвинення зерна, затримки досягання та втрат урожаю під час збирання [3].

Водночас дослідження показують, що гібриди з широким діапазоном оптимальної густоти стояння характеризуються високою компенсаційною здатністю. За умови зрідження посівів вони формують більші качани з крупнішим і більш вирівняним зерном, а при загущенні урожайність знижується незначно. Така пластичність гібридів є важливою селекційною ознакою, що забезпечує стабільність урожайності за різних умов вирощування [4-10].

Метою даної роботи є вивчити вплив густоти стояння рослин на формування фотосинтетичної поверхні гібридами кукурудзи.

Результати дворічних досліджень свідчать, що площа асиміляційної поверхні рослин кукурудзи суттєво змінювалась залежно від фази розвитку, густоти стояння рослин та морфологічних особливостей гібридів. Максимальні значення показників площі асиміляційної поверхні встановлено у фазу цвітіння волотей, коли листковий апарат перебував у найвищій фізіологічній активності. У подальшому, у фазу воскової стиглості зерна, відмічалось поступове зменшення площі листкової поверхні внаслідок старіння, підсихання нижніх листків і зниження фотосинтетичної активності (табл. 1).

Таблиця 1

Площа асиміляційної поверхні, 2024-2025 рр.

Гібриди	Густота стояння рослин, тис./га	Площа листя однієї рослини, дм ²		Площа листя посіву, тис. м ² /га	
		цвітіння волотей	воскова стиглість зерна	цвітіння волотей	воскова стиглість зерна
ЛГ31272	45	42,9	21,9	19,3	9,8
	60	40,3	19,3	24,2	11,6
	75	35,7	14,1	26,8	10,6
ЛГ31305	45	43,7	22,7	19,7	10,2
	60	40,9	20,2	24,5	12,1
	75	36,2	14,7	27,1	11,0
ЛГ31350	45	44,4	22,6	20,0	10,2
	60	40,8	19,4	24,5	11,6
	75	35,2	14,3	26,4	10,7

У фазу цвітіння волотей гібрида ЛГ31272 площа листя однієї рослини варіювала від 35,7 до 42,9 дм², при цьому найбільший показник спостерігався за густоти 45 тис./га, а мінімальний — при 75 тис./га. Водночас площа листкової поверхні посіву збільшувалася зі зростанням густоти — від 19,3 до 26,8 тис. м²/га. У фазу воскової стиглості зерна площа листків однієї рослини зменшувалася до 14,1–21,9 дм², а площа листкової поверхні посіву — до 9,8–11,6 тис. м²/га. Це вказує на помірне збереження асиміляційного апарату,

особливо при густоті 60 тис./га, де спостерігався найоптимальніший баланс між розміром листка та кількістю рослин.

У фазу цвітіння волотей гібрид ЛГ31305 добре характеризувався розвиненим листовим апаратом: площа листя однієї рослини становила 36,2–43,7 дм², а площа листової поверхні посіву — 19,7–27,1 тис. м²/га. У фазу воскової стиглості зерна спостерігалось скорочення площі листя на 40–45% (до 14,7–22,7 дм² на рослину), тоді як площа посіву зменшилась до 10,2–12,1 тис. м²/га. Гібрид ЛГ 31305 зберігав високу фотосинтетичну активність до кінця вегетації, що свідчить про його фізіологічну стійкість і потенційно вищу врожайність.

Серед досліджуваних гібридів ЛГ 31350 мав найбільшу площу листової поверхні окремої рослини у фазу цвітіння волотей — 44,4 дм² при густоті 45 тис./га, та найвищу площу агроценозу — 26,4 тис. м²/га при густоті 75 тис./га. У фазу воскової стиглості зерна листовий апарат зменшувався до 14,3–22,6 дм² на рослину, а площа посіву — до 10,2–11,6 тис. м²/га. Гібрид зберігав високу асиміляційну активність на пізніх етапах розвитку, що може бути наслідком його потужного фотосинтетичного потенціалу та доброї стійкості до стресових умов.

Отже, у фазу цвітіння волотей усі досліджувані біотики демонстрували максимальні показники розвитку листового апарату, що створювало сприятливі умови для інтенсивного фотосинтезу й активного накопичення органічної речовини. У фазу воскової стиглості зерна площа листової поверхні зменшувалася на 40–55%, однак ступінь її збереження відрізнявся між гібридами. Найкраще асиміляційний апарат зберігали ЛГ 31305 та ЛГ 31350, що є важливою ознакою для реалізації високого потенціалу урожайності.

Таким чином, отримані результати підтверджують, що густина стояння 60 тис./га є оптимальною для всіх досліджуваних гібридів, оскільки саме за цих умов формувалося найсприятливіше співвідношення між площею листової поверхні однієї рослини та посіву загалом. Це забезпечувало високу ефективність фотосинтезу, рівномірне використання світла і поживних речовин, що створювало передумови для стабільного формування врожаю зерна кукурудзи.

Список використаних джерел

1. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Кукурудза. Рослинництво. Київ : Аграрна освіта, 2001. 591 с.
2. Дудка М. І., Якунін О. П. Формування врожайності зерна кукурудзи залежно від способу сівби та густоти стояння рослин в північному степу України. *Зернові культури*. Том 7. № 1. 2023. С. 76–84.
3. Пащенко Ю. М., Андрієнко А. Л. Густина стояння рослин гібридів кукурудзи в умовах північного Степу України. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*, 2003. № 21–22. С. 20–24.
4. Дзюбецький Б. В., Черчель В. Ю. Урожайність зерна скоростиглих гібридів кукурудзи різних сортів. *Вісник аграрної науки*, 2017. № 8. С. 19–23.
5. Андрієнко О. О., Васильковська К. В., Андрієнко А. Л. Реакція гібридів кукурудзи на зміну густоти стояння рослин у Північному Степу України. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. Вип. 96 Ч. 1, 2020. – С. 635–651.
6. Циліорик О. І. Система мульчувального обробітку ґрунту в Північному Степу : монографія. Дніпро: Новий Світ, 2000, 2019. 298 с.
7. Малярчук М. П., Котельніков Д. І., Шепель А. В. Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно за різних способів обробітку ґрунту та удобрення в сівозміні на зрошенні. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 65. С. 44–45.
8. Пащенко Ю. М., Борисов В. М., Шишкіна О. Ю. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи. Д. : АРТ-ПРЕС, 2009. 224 с.
9. Андрієнко А. Л., Семеняка І. М., Андрієнко О. О. Вихід крохмалю і біостанолу з посівів кукурудзи залежно від попередників та основного обробітку ґрунту. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2025. № 2 (863). С. 31–41. DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202502-04>.
10. Tan S, Evans RR, Dahmer ML, Singh BK, Shaner DL. Imidazolinone-tolerant crops: history, current status and future. *Pest Manag Sci*, 2005 Mar. 61(3). 246–57.

ВПЛИВ ФОНУ УДОБРЕННЯ НА ПОЛЬОВУ СХОЖІСТЬ НАСІННЯ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ В СТЕПУ УКРАЇНИ

І. Павленко, студентка;

О. Андрієнко, к.с.-г.н., доцентка

Центральноукраїнський національний технічний університет

Найвагомішим чинником зовнішнього середовища, який нині визначає не лише ріст і розвиток соняшнику, але й економічну ефективність його вирощування, є система мінерального живлення. Саме внесення мінеральних добрив забезпечує реалізацію потенційних можливостей культури, впливаючи на процеси фотосинтезу, формування генеративних органів та нагромадження врожаю. Вітчизняний і світовий досвід переконливо свідчить, що не менше половини приросту врожайності сільськогосподарських культур досягається завдяки застосуванню мінеральних добрив, що підтверджує їх провідну роль у системі факторів інтенсифікації виробництва.

Однак сучасні високопродуктивні гібриди соняшнику, навіть за сприятливих кліматичних умов, не завжди здатні повністю реалізувати свій генетичний потенціал. Однією з головних причин цього є недостатня забезпеченість ґрунту елементами живлення, що обмежує інтенсивність ростових процесів і знижує рівень урожайності. Висока вартість мінеральних добрив суттєво впливає на структуру витрат сільськогосподарських підприємств, змушуючи науку та виробництво шукати розумні, економічно виправдані дози внесення добрив для поповнення запасів поживних речовин у ґрунті та формування високої продуктивності посівів соняшнику.

Надмірне застосування мінеральних добрив негативно впливає на ґрунт і рослини, тому сучасні системи живлення орієнтуються на їх раціональне використання та поєднання з органічними добривами [1]. Біологічне землеробство не передбачає повної відмови від мінеральних елементів, але вимагає зниження їх норм на 30–40% порівняно з інтенсивними технологіями [2]. Це забезпечує стабільну продуктивність, збереження родючості ґрунтів і екологічну безпеку виробництва.

Соняшник менш чутливий до удобрення, ніж зернові культури. За даними Інституту зернового господарства [3], внесення восени $N_{30}P_{30}$ підвищує урожайність насіння на 0,33 т/га за середнього рівня 2,23 т/га.

В умовах Степу України, де спостерігається нестабільне зволоження та часті прояви весняно-літніх посух, посилених впливом глобального потепління, ефективність внесення мінеральних добрив під соняшник, часто виявляється низькою.

Метою роботи було вивчити вплив мінерального фону живлення на формування густоти посівів гібридів соняшнику [4-7].

Польова схожість – відсоткове співвідношення фактичної кількості сходів до кількості висіяного насіння. Вона є важливим критерієм оцінки якості посівного матеріалу та ефективності агротехнічних заходів. На рівень польової схожості впливає комплекс факторів: біологічні особливості гібриду, якість і життєздатність насіння, стан ґрунту, забезпеченість вологою, температурний режим у період проростання, а також строки сівби й глибина загортання насіння. Сукупна дія цих чинників визначає швидкість і рівномірність появи сходів, що безпосередньо впливає на густоту стояння рослин і подальшу продуктивність посівів.

Більшою польова схожість насіння 92,5% серед досліджуваних гібридів та варіантів в умовах 2024-2025 рр. була отримано при вирощуванні гібридів ЛГ5478 та ЛГ50616 на варіантах, де було внесено добрива у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ (рис. 1).

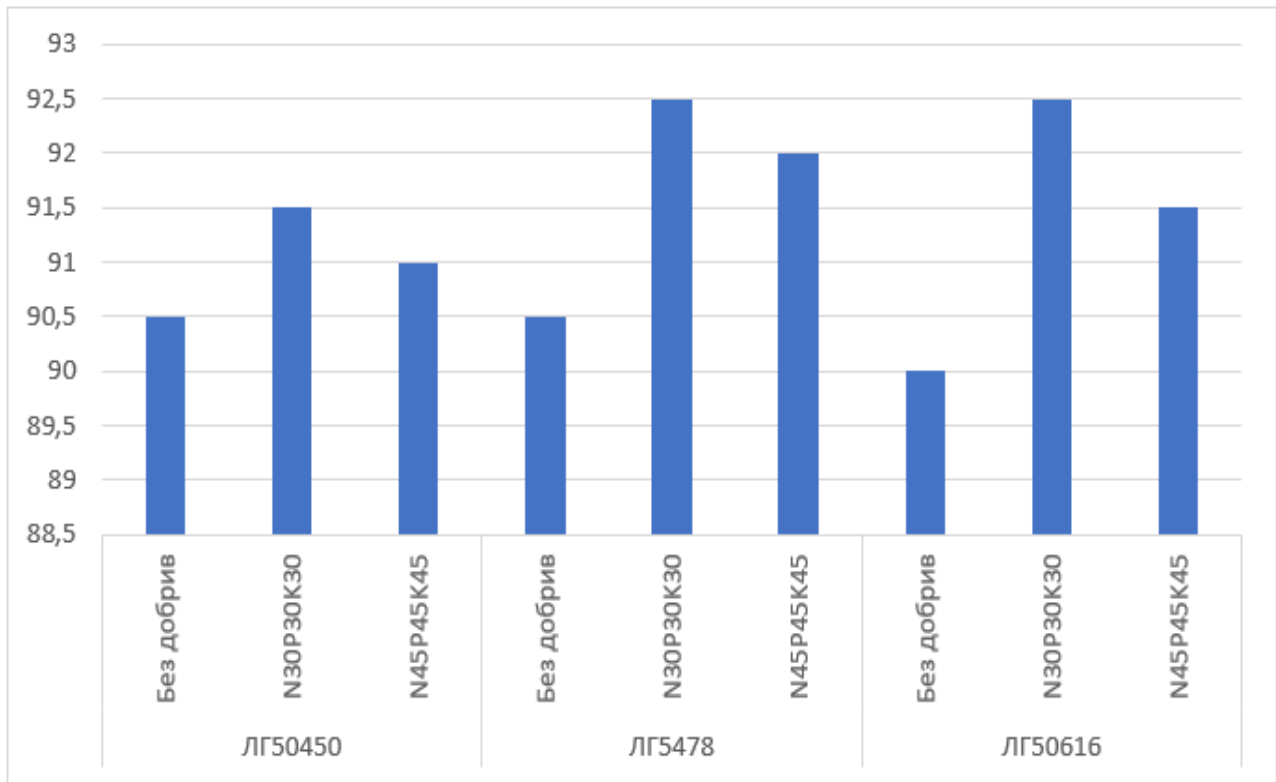


Рис. 1. Показники польової схожості гібридів соняшнику, %, 2024-2025 рр.

Загалом польова схожість перебувала на високому рівні і коливалась від 90,0 до 92,5 %, що свідчить про якісний посівний матеріал і сприятливі умови проростання. У гібриду ЛГ 50450 схожість коливалась в межах 90,5–91,5 %, у ЛГ 5478 – 90,5–92,5%, а у ЛГ 50616 – 90,0–92,5%. У всіх досліджуваних гібридів спостерігалось покращення польової схожості при внесенні мінеральних добрив, особливо за дози N₃₀P₃₀K₃₀. Таким чином, застосування помірних доз добрив сприяло підвищенню енергії проростання насіння та формуванню більш рівномірних і дружних сходів.

Таким чином, польова схожість насіння соняшнику у варіювала в межах 90,0-92,5%, при чому коливання цього показника не залежало від періоду вегетації досліджуваного гібриду. Більший показник польової схожості серед досліджуваних гібридів отримали у гібридів ЛГ5478 та ЛГ50616 у варіантах із застосуванням добрив у дозі N₃₀P₃₀K₃₀.

Список використаних джерел

1. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогоспо-дарських культур. Львів : НВФ «Українські технології», 2002. 800 с.
2. Петров І. І., Сидоренко М. В. Аналіз впливу внесення добрив на врожайність соняшнику та економічну ефективність. *Науковий вісник НУБіП України*, 2018, Vol. 1. № 1. С. 78–85.
3. Пабат І. А., Горобець А. Г., Горбатенко А. І. Невикористані резерви збільшення врожайності соняшнику в Степу. Зберігання та переробка зерна. 2001. № 5. С. 34–35.
4. Андрієнко А.Л., Андрієнко О.О. Як стабілізувати врожайність соняшнику Спецвипуск журналу «Пропозиція» «Просапні культури: технології успішного вирощування». - №3. К.: «Юнівест медіа», 2020. С. 21-25.
5. Шляхи підвищення урожайності та оптимізація вирощування соняшника в Степу України / В. В. Савранчук, А. Л. Андрієнко, І. М. Семеняка, О. О. Андрієнко. – Посібник українського хлібороба : Науково-виробничий щорічник, 2011. – С. 164–184.
6. Андрієнко А. Зробіть вірний вибір у технології вирощування соняшнику: не треба випробувати долю [Електронний ресурс] / А. Андрієнко. – Режим доступу: http://lgseeds.com.ua/public/limagrain_pbl18.pdf
7. Андрієнко А. Л. Вплив технологічних та економічних факторів на ефективність вирощування соняшнику / А. Л. Андрієнко, О. О. Андрієнко, І. М. Семеняка // Вісник Черкаського інституту АПВ. – 2009. – № 9. – С. 153-159.

ВИСОТА РОСЛИН ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

*М. Петін, студент;
О. Андрієнко, к.с.-г.н., доцентка
Центральноукраїнський національний технічний університет*

У комплексі технологічних заходів вирощування просапних культур особливе місце займає основний обробіток ґрунту. Все більшого поширення на виробництві набуває застосування ресурсощадних і малозатратних технологій, що передбачають мінімізацію обробітку ґрунту та інші складові.

Глибокий обробіток ґрунту протягом тривалого часу вважався основним і незамінним елементом технології вирощування кукурудзи на зерно [1]. Його застосування забезпечувало глибоке розпушення орного шару, накопичення та збереження вологи, покращення повітряного і теплового режимів, активізацію мікробіологічних процесів та кращий розвиток кореневої системи рослин.

Разом з тим, глибока оранка має суттєві недоліки — вона є енергомісткою, потребує значних витрат пального, часу та робочої сили, а при тривалому використанні може призводити до деградації структури ґрунту, зменшення вмісту гумусу та підвищення ризику ерозійних процесів [2].

Починаючи з другої половини ХХ століття, у світовому землеробстві набула поширення тенденція поступового переходу від традиційної глибокої полицевої оранки до систем мінімізованого та нульового обробітку ґрунту (Mini-till, No-till). Ці підходи орієнтовані на зниження антропогенного навантаження, збереження родючості, поліпшення структури ґрунту та скорочення енергетичних витрат [3]. Їх основними принципами є мінімальне механічне втручання, підтримання на поверхні поля шару рослинних решток завтовшки не менше 3 см, обмеження кількості проходів техніки, а також збереження біологічної активності та природних процесів ґрунтоутворення [4-6]. Мінімізація обробітку сприяє збереженню родючості ґрунту, зменшенню витрат пального та ерозійних втрат, однак може мати і недоліки — підвищення засміченості посівів, збільшення потреби в гербіцидах і зниження ефективності дії добрив у посушливі роки.

Метою роботи було встановлення реакції нових гібридів кукурудзи різних груп стиглості на зміну глибини основного обробітку ґрунту.

Вплив способів основного обробітку ґрунту на висоту рослин був однаковим як в середині, така і в кінці вегетації (табл. 1). В фазу 10–12 листків за полицевої оранки висота рослин гібрида ЛГ30215 була 80,9 см, що на 2,3 см більше, ніж на мілкому обробітку. Така ж тенденція спостерігалася, і у гібридів кукурудзи ЛГ31272, ЛГ31330 та ЛГ31377 та становила 86,6, 89,4 і 93,3 см, що на 3,7, 7,9 та 5,5 см більше, ніж на мілкому обробітку.

Висота рослин у фазу цвітіння змінювалася з тою ж тенденцією, що і в фазу 10–12 листків. Так, в середньому за роки досліджень найбільша висота рослин спостерігалась у середньостиглого гібриду ЛГ31377 і становила 201,1 см, що на 5,3 см більше, ніж на мілкому обробітку, а у гібридів ЛГ30215, ЛГ31272 та ЛГ31330 зменшення становило 2,9 см, 4,0 см і 7,3 см відповідно.

Слід відмітити, що найменше варіювання висоти рослин в залежності від способів основного обробітку ґрунту спостерігалось у середньоранніх гібридів ЛГ30215 та ЛГ31272. Більш значна різниця висоти між оранкою та мілким обробітком була у середньостиглих гібридів.

Висота рослин гібридів кукурудзи, см

Гібрид	Обробіток ґрунту	Фаза розвитку					
		10–12 листків			Цвітіння		
		2024 р.	2025 р.	середнє	2024 р.	2025 р.	середнє
ЛГ30215	оранка (25-27 см)	77,9	83,9	80,9	155,4	173,1	164,3
	мілкий (12-14 см)	76,1	81,1	78,6	153,1	169,7	161,4
ЛГ31272	оранка (25-27 см)	85,1	88,1	86,6	186,7	200,6	193,7
	мілкий (12-14 см)	82,8	83,1	82,9	183,1	196,2	189,7
ЛГ31330	оранка (25-27 см)	88,9	89,8	89,4	184,9	196,3	190,6
	мілкий (12-14 см)	80,9	82,2	81,5	178,3	188,2	183,3
ЛГ31377	оранка (25-27 см)	92,7	93,9	93,3	197,1	205,1	201,1
	мілкий (12-14 см)	87,9	88,8	88,4	192,7	198,8	195,8

Також необхідно звернути увагу на те, що рослини усіх гібридів кукурудзи, відрізнялися по роках дослідження.

Так, 2025 року у фазу 10–12 листків висота рослин у досліджуваних гібридів кукурудзи коливалася в межах 81,1–93,1 см, а під час цвітіння зроста до 169,7–205,1 см. Натомість наступного року під час першого вимірювання висоти було отримано показники на рівні 76,1–92,7 см, а під час другого – 155,4–197,2 см. Тобто рослини були помітно меншими, що за усіх інших однакових умов досліду, було зумовлено погодними особливостями року.

Таким чином, висота усіх досліджуваних гібридів залежить від способу основного обробітку ґрунту. Як у фазу 10-12 листків, так і під час цвітіння вищі рослини кукурудзи формувалися за вирощування їх після оранки. Вирощування після мілкого обробітку ґрунту призводить до відставання рослин у рості на 2,8-8,8% у фазу 10-12 листків. На момент цвітіння ця різниця скорочується до 1,7-3,8%.

Список використаних джерел

1. Цилюрик О. І. Система мульчувального обробітку ґрунту в Північному Степу : монографія. Дніпро : Новий Світ, 2000, 2019. 298 с.
2. Малярчук М. П., Котельников Д. І., Шепель А. В. Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно за різних способів обробітку ґрунту та удобрення в сівозміні на зрошенні. Зрошуване землеробство. 2016. Вип. 65. С. 44–45.
3. Пащенко Ю. М., Борисов В. М., Шишкіна О. Ю. Адаптивні і ресурсозберіжні технології вирощування гібридів кукурудзи. Д. : АРТ-ПРЕС, 2009. 224 с.
4. Андрієнко А. Л., Семеняка І. М., Андрієнко О. О. Вихід крохмалю і біоетанолу з посівів кукурудзи залежно від попередників та основного обробітку ґрунту. Вісник аграрної науки. Київ, 2025. № 2 (863). С. 31–41. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202502-04>
5. Tan S, Evans RR, Dahmer ML, Singh BK, Shaner DL. Imidazolinone-tolerant crops: history, current status and future. Pest Manag Sci, 2005 Mar. 61(3). 246–257.
6. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Кукурудза. Рослинництво. Київ : Аграрна освіта, 2001. 591 с.

ВПЛИВ ІМІДАЗОЛІНОНІВ НА ФОРМУВАННЯ ГУСТОТИ ПОСІВІВ СОНЯШНИКУ

*Д. Потанін, студент;
О. Андрієнко, к.с.-г.н., доцентка
Центральноукраїнський національний технічний університет*

На сьогодні у виробництві широко використовуються інноваційні системи вирощування соняшнику — Clearfield®, Clearfield® Plus, Suneo, або ІМІ-технології, які базуються на поєднанні гібридів, стійких до імідазолінонових гербіцидів, та відповідних хімічних препаратів. Застосування таких систем дає можливість ефективно контролювати широкий спектр злакових і дводольних бур'янів. Водночас реакція гібридів соняшнику на застосування гербіцидів імідазолінонової групи може істотно відрізнятись, що зумовлено їх генетичними особливостями, фазою розвитку рослин, погодними умовами, технологією обробки ґрунту та рівнем мінерального живлення. Тому для забезпечення стабільності та екологічної безпеки виробництва необхідне поглиблене вивчення впливу гербіцидів цієї групи на морфологічні показники, фотосинтетичну активність, стійкість до стресових факторів і продуктивність різних гібридів соняшнику.

Технологія Clearfield® була розроблена для вирощування соняшнику, що дозволяє використовувати гербіциди імідазолінон групи, як варіант післясходової боротьби з бур'янами [1].

Однак після застосування імазамоксу може виникати тимчасове пожовтіння та затримка росту, навіть у гібридів соняшнику ІМІ-R [2]. Ці ефекти є тимчасовими і можуть бути більш вираженими, коли сільськогосподарські культури ростуть у стресових умовах навколишнього середовища (спека, посуха, перезволожені ґрунти тощо) [3]. Як пожовтіння, так і деякий некроз точок росту рослин соняшнику можуть з'являтися через кілька днів після обробки, але глибокі зміни в їх метаболізмі відбуваються незабаром після застосування гербіциду [4]. Негативна дія внесених гербіцидів може проявлятися у підвищенні технологічних втрат рослин протягом вегетації і формуванні кінцевої густоти стояння рослин, що обов'язково позначиться на формуванні продуктивності таких посівів.

Метою роботи було вивчити реакцію гібридів соняшнику на застосування різних гербіцидів групи імідазолінонів.

Рівномірні сходи та досягнення оптимальної густоти стояння рослин є запорукою формування стабільно високих урожаїв соняшнику. Для цієї культури рівномірність агроценозу має особливе значення, оскільки саме від щільності розміщення рослин у рядках і міжряддях значною мірою залежать такі показники, як діаметр кошика, висота рослин і рівень їх індивідуальної продуктивності. Нерівномірність сходів призводить до конкуренції між рослинами за світло, вологу та поживні речовини, що знижує загальну ефективність використання площі та потенціал урожайності.

На етапі появи сходів густота стояння рослин соняшнику формується під впливом якості насінневого матеріалу, зокрема енергії проростання та польової схожості. У проведених дослідженнях норма висіву становила 58 тис. насінин/га. Проте кінцева кількість рослин перед збиранням урожаю визначалася сукупністю чинників, серед яких — погодні умови впродовж вегетації, ефективність дії гербіцидів, рівень засміченості посівів, а також генетично зумовлена реакція гібридів на застосування препаратів із групи імідазолінонів.

На момент появи сходів початкова густота рослин серед усіх досліджуваних варіантів була досить вирівняною і становила від 52,5 до 53,7 тис. рослин/га, що свідчить про високу схожість насіння та рівномірність висіву. Найменші втрати густоти протягом вегетації спостерігалися у варіантах із застосуванням гербіциду Пульсар Флекс, де технологічні втрати

не перевищували 5,0–6,5%. Це свідчить про кращу селективність препарату та його безпечний вплив на культурні рослини (табл. 1).

Таблиця 1

Густота гібридів соняшнику протягом вегетації залежно від застосування гербіцидів групи імідазолінонів, 2024-2025 рр.

Вар	Гібрид	Гербіцид	Початкова густота рослин, тис./га	Кінцева густота рослин, тис./га	Техноло-гічні втрати, %
1	ЛГ50455 КЛП	Пульсар флекс	53,1	49,6	6,5
2		Імі-Віт	53,1	48,3	9,0
3		Сантал	52,5	47,5	9,5
4	ЛГ50550 КЛП	Пульсар флекс	53,7	50,7	5,5
5		Імі-Віт	53,7	49,9	7,0
6		Сантал	53,4	49,6	7,0
7	ЛГ50645 КЛП	Пульсар флекс	53,1	50,4	5,0
8		Імі-Віт	53,1	48,8	8,0
9		Сантал	52,8	48,8	7,5

Найвищу кінцеву густоту — 50,7 тис. рослин/га — зафіксовано у гібриду ЛГ50550КЛП за дії гербіциду Пульсар Флекс, що підтверджує його високу толерантність до даного препарату. Водночас гібрид ЛГ50455КЛП виявив дещо більшу чутливість, особливо за застосування гербіциду Сантал, де густота зменшилась до 47,5 тис. рослин/га, а технологічні втрати сягнули 9,5%.

Застосування гербіцидів Імі-Віт та Сантал супроводжувалося дещо більшими втратами густоти (7,0–9,5%), що можна пояснити відмінностями у складі діючих речовин, їх післядією та різним ступенем селективності щодо конкретних гібридів.

Отже, результати аналізу густоти стояння рослин свідчать, що посидання правильно підбраного гібриду та гербіциду з високою селективністю є визначальним фактором для забезпечення рівномірності посівів і формування оптимальної структури агроценозу. Збереження необхідної кількості рослин на одиниці площі для усіх досліджуваних гібридів було кращим за внесення гербіциду Пульсар флекс у рекомендованій дозі.

Список використаних джерел

1. Сторчоус І. Особливості застосування технології Clearfield®. Спецвипуск Пропозиція. Соняшник: прості рішення складних питань, 2017. С. 30–35.
2. Sala, C. A., Bulos, M., Altieri, E., and Weston, B. Response to imazapyr and dominance relationships of two imidazolinone-tolerant alleles at the Ahas11 locus of sunflower. *Theor. Appl. Genet*, 2012. 124, 385–396.
3. Pfenning M., Palfay G., Guillet T. The CLEARFIELD® technology – A new broad-spectrum post-emergence weed control system for European sunflower growers *Journal of Plant Diseases and Protection, Special Issue XXI*. 2008.
4. Tan S, Evans RR, Dahmer ML, Singh BK, Shaner DL. Imidazolinone-tolerant crops: history, current status and future. *Pest Manag Sci*, 2005 Mar. 61(3). 246–57.
5. Гончаренко Є., Андрієнко О. Стійкість гібридів соняшнику до імідазолінонів. Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». Кропивницький: ЦНТУ. 2023. С. 305–306.

ВПЛИВ ФОНУ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ДИНАМІКУ РОСТУ РОСЛИН ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

Є. Ярошенко, студентка;

О. Андрієнко, к.с.-г.н., доцентка

Центральноукраїнський національний технічний університет

Добрива є одним із ключових факторів підвищення урожайності кукурудзи, оскільки забезпечують рослини необхідними поживними елементами. Раціонально збалансоване мінеральне живлення є одним із найважливіших компонентів формування високого врожаю цієї культури.

Сучасні рекомендації щодо систем удобрення гібридів кукурудзи здебільшого мають узагальнений характер і спираються переважно на рівень вологозабезпечення зони вирощування та групу стиглості гібридів. Лише незначна частина дослідників приділяє увагу індивідуальній реакції новостворених гібридів на умови вирощування.

Щороку на ринку з'являються все нові гібриди, які відрізняються між собою за генетичним походженням, тривалістю вегетаційного періоду, адаптивністю та реакцією на ґрунтово-кліматичні умови. Використання таких гібридів у посушливих регіонах України сприятиме стабілізації зернової продуктивності кукурудзи та зменшенню варіабельності врожаю за умов погодних стресів. Це підкреслює необхідність глибокого вивчення реакції гібридів на зміну елементів технології, особливо режиму мінерального живлення.

Таким чином, для впровадження нових гібридів кукурудзи, з високим потенціалом продуктивності, особливо важливо визначити оптимальні параметри технології їх вирощування, притаманні саме їх біологічним особливостям. Проведення таких досліджень є актуальним і має практичну цінність, оскільки на сьогодні відсутні чіткі рекомендації щодо оптимального мінерального живлення новітніх гібридів кукурудзи в умовах північного Степу України.

Удобрення — один із найефективніших факторів підвищення продуктивності кукурудзи. Порівняно з іншими зерновими культурами, вона краще реагує на внесення добрив, адже завдяки тривалому вегетаційному періоду здатна активно засвоювати елементи живлення майже до повного дозрівання зерна [1].

Традиційна система удобрення, що поєднує мінеральні добрива з гноєм або враховує післядію органічних речовин, істотно підвищує урожайність. Однак скорочення поголів'я великої рогатої худоби зумовило дефіцит органічних добрив, що зменшило можливість повноцінного відновлення родючості ґрунтів [2].

Рівень мінерального удобрення суттєво впливають на ріст і розвиток рослин, а також на кінцеву урожайність зерна кукурудзи. За даними польових дослідів у Дніпропетровському державному аграрному університеті, внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечувало підвищення урожайності середньоранніх гібридів на 0,6 т/га, а середньостиглих — на 0,76 т/га порівняно з контролем [3].

Подібні результати отримано в умовах південно-східного Степу: найвищий приріст урожайності (0,99 т/га) досягнуто при комбінованому внесенні $N_{45}P_{45}$ під передпосівну культивуацію і $N_{45}P_{45}K_{45}$ під час сівби. У середньому за три роки середньостиглий гібрид перевищував ранньостиглий за врожайністю на 0,24 т/га [4].

Неоднакова реакція гібридів різних груп стиглості на рівень мінерального живлення підтверджена й іншими польовими експериментами [5].

Метою даного дослідження є вивчити вплив фону мінерального живлення на динаміку формування висоти рослин кукурудзи.

В середньому за роки досліджень, гібрид Міднайт вирізнявся чіткою реакцією на мінеральне живлення на всіх етапах розвитку. Так, у фазу 7–8 листків висота зросла від 69,7 см (контроль) до 73,5–74,5 см при внесенні $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$. На етапі 11–12 листків висота

підвищувалася з 111,8 см до 116,3–117,0 см, а у фазу цвітіння волотей рослини досягали 270,8–273,0 см, що на 10–13 см більше контролю (260,0 см). Гібрид демонстрував високу чутливість до інтенсифікації живлення і добре реалізує свій потенціал росту на удобрених фонах.

Гібрид ЛГ 31305 також показував позитивну реакцію на покращення живлення, проте приріст висоти був більш помірним порівняно з гібридом Міднайт. Так, у фазу 7–8 листків висота зростала з 65,7 см до 70,2 см і 71,5 см, а у фазу 11–12 листків приріст від 109,8 см до 116,8–118,8 см був більш відчутним. Під час цвітіння волотей рослини досягали 260,0–262,5 см, що на 10,2–12,7 см більше контрольного варіанта.

Гібрид ЛГ 31350 показав одну з найактивніших реакцій на мінеральне живлення у пізніх фазах росту. Водночас, у фазу 7–8 листків висота збільшувалася з 66,7 см до 70,5–71,0 см. На етапі 11–12 листків різниця між варіантами становила від 106,8 см до 112,5–114,3 см. Найбільший ефект спостерігався у фазі цвітіння волотей — висота рослин становила 274,8–277,8 см, що перевищувало контроль (255,5 см) на 19–22 см.

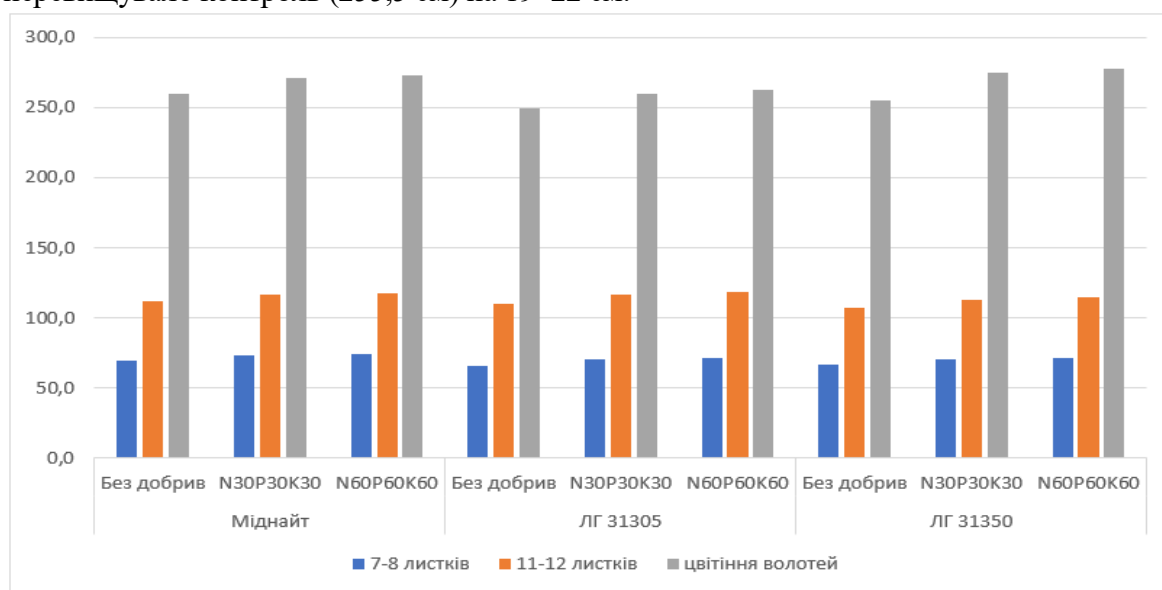


Рис. 1. Динаміка росту рослин гібридів кукурудзи залежно від фону мінерального живлення, 2024–2025 рр., см

Отже, збільшення рівня мінерального живлення стабільно сприяло зростанню висоти рослин у всіх досліджених гібридів. Найбільш виражена реакція на добрива спостерігається у гібридів Міднайт та ЛГ 31350, особливо в період цвітіння. Гібрид ЛГ 31305 демонстрував помірну, але стабільну реакцію, що вказувало на його хороший адаптивний потенціал. Найбільші відмінності між варіантами живлення проявляються у фазу цвітіння волотей, коли рослини максимально реалізують біомасу та інтенсивність росту. Дані свідчать про необхідність оптимізації системи удобрення для повнішої реалізації ростового потенціалу кожного гібриду в умовах північного Степу України.

Таким чином, найкращий розвиток рослин за висотою у всіх гібридів спостерігався на фоні N₆₀P₆₀K₆₀. Максимальних значень досягли гібриди ЛГ31350 та Міднайт, висота яких становила відповідно 277,8 та 273,0 см.

Список використаних джерел

1. Мокрієнко В. А. Мінеральне живлення кукурудзи. Хімія. Агрономія. Сервіс, 2008. № 13–14 (257–258) С. 6–7.
2. Лихочвор В. Система удобрення кукурудзи. Агробізнес сьогодні, 2014. 8 (279) С. 54–59.
3. Якунін О.П., Котченко М.В. Шляхи підвищення урожайності кукурудзи у товарних і насінницьких посівах. Бюлетень Інституту зернового господарства НААН України. Дніпропетровськ, 2008. № 35. С. 55–59.
4. Трубілов О.В. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від способів обробітку ґрунту і мінерального живлення. Бюлетень Інституту зернового господарства Національної академії аграрних наук України. Дніпропетровськ, 2012. № 3. С. 114–117.
5. Пашенко Ю.М. Оптимізація мінерального удобрення різних біотипів кукурудзи. Бюлетень Інституту зернового господарства Національної академії аграрних наук України. 2007. № № 31–32. С. 125–131

ВИРОЩУВАННЯ КАВУНУ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ: ВИКЛИКИ ТА ПЕРЕВАГИ

*К. Васильковська, к.т.н., доцент;
Д. Борисенко, студентка
Центральноукраїнський національний технічний університет*

Кавун (*Citrullus lanatus*) - теплолюбна культура, ареал промислового вирощування якої історично зосереджений у південних регіонах нашої країни із тривалим вегетаційним періодом та високими сумами активних температур. Проте, тенденції до змін клімату, а також необхідність розширення асортименту сільськогосподарських культур та підвищення рентабельності агровиробництва, стимулюють збільшення посівних площ під баштаними, зокрема кавуном, у зоні Північного Степу України [1].

Кавун є культурою, що має дуже високі вимоги до теплового та світлового режиму. Оптимальна температура для проростання насіння становить 25-30°C, тоді як для активного росту та фотосинтезу необхідна середньодобова температура повітря 25°-35°C. Температури нижче 15°C критично уповільнюють розвиток, а тривале зниження до 0°C призводить до загибелі рослин. Умови Північного Степу створюють два основні лімітуючі фактори: короткий вегетаційний період та ризик пізніх весняних заморозків. Це вимагає від агронома вибору ультраранніх та ранніх гібридів, а також використання методів, що штучно прискорюють старт вегетації [2].

Для зони Північного Степу ключовими кліматичними викликами при вирощуванні кавунів є:

1) Нестабільність теплового режиму. Часті коливання температури у травні-червні можуть спровокувати стрес у молодих рослин, що призводить до затримки цвітіння та зниження плодоутворення. Найбільшою загрозою є весняні заморозки, які вимагають застосування розсадного методу вирощування або використання захисних споруд.

2) Дефіцит та нерівномірність вологозабезпечення. Північний Степ характеризується недостатньою кількістю опадів, особливо у літні місяці, критичні для наливу плодів. Нестача вологи призводить до зниження врожайності та якості продукції. Цей фактор робить незрошене вирощування високоризикованим.

3) Фізичний стан ґрунтів. Район Північного Степу має родючі чорноземи, їх схильність до утворення ґрунтової кірки після опадів є проблемою для проростання, а також потребує інтенсивного обробітку. [3, 4].

Для вирощування кавунів в зоні Північного Степу України слід впровадити певні технологічні підходи, основними із яких є:

1. Використання крапельного зрошення є критично необхідним елементом агротехнології кавуна в даному регіоні. Система крапельного зрошення забезпечує точкову та дозовану подачу вологи безпосередньо в кореневу зону, підвищуючи ефективність використання води на 40-60%. Ключовою перевагою є можливість проведення фертигації – внесення мінеральних добрив разом із поливною водою. Це дозволяє точно дозувати живлення відповідно до фаз розвитку кавуна та контролювати вміст сухих речовин (цукрів) у плодах, що напряду впливає на їхню товарну якість. Однак, дане технологічне рішення додає суттєво додає вартості.

2. Використання мульчування ґрунту полімерною плівкою. Використання чорної поліетиленової плівки є одним із найефективніших прийомів для теплолюбних культур у північних регіонах. Плівка допомагає терморегуляції, так як чорна плівка акумулює сонячну енергію, підвищуючи температуру ґрунту в кореневмісному шарі на 3-5°C

навесні. Це забезпечує швидкий старт, що скорочує вегетаційний період на 10-15 днів і допомагає уникнути холодного стресу. Крім того, плівка сприяє вологозбереженню, мінімізує непродуктивне випаровування вологи з поверхні ґрунту, що особливо важливо в умовах дефіциту опадів. Також, використання плівки сприяє боротьбі із бур'янами, так як чорна плівка є світлонепроникною. Практично повністю виключає ріст бур'янів у міжряддях, знижуючи потребу в гербіцидах та ручній праці [5].

Незважаючи на високі початкові інвестиції у встановлення систем крапельного зрошення та придбання мульчувальної плівки, інтенсивна технологія вирощування кавуна в Північному Степу демонструє високу економічну ефективність. Тому, завдяки використанню розсадного методу та мульчуванню, термін дозрівання плодів скорочується. Продукція, що надходить на ринок до масового збору з південних регіонів, має преміальну ціну. Це забезпечує значно вищу норму прибутку та швидку окупність інвестицій.

Також, перевагою використання поливного вирощування, на відміну від богарного землеробства, де врожайність прямо залежить від непередбачуваних опадів, інтенсивна технологія забезпечує прогнозований високий урожай (до 40-60 т/га), що мінімізує фінансові ризики агропідприємства.

До переваг також, слід додати контрольовану фертигація та оптимальне зволоження дозволяють досягти необхідних параметрів вмісту сухих речовин та цукрів, що підвищує конкурентоспроможність продукції.

Таким чином, для успішного вирощування кавуна в умовах Північного Степу рекомендується слід використовувати ранньостиглі сорти та гібриди, адаптовані до короткого вегетаційного періоду [6]. Також, слід здійснити перехід на розсадний метод з використанням тимчасових укриттів для захисту від поворотних заморозків. Крім того, комплексне застосування крапельного зрошення та мульчування як основи технологічної карти – запорука високих врожаїв.

Вирощування кавуну в умовах Північному Степу є цілком реальним та економічно вигідним при дотриманні високого рівня агротехніки. Тому шлях до успіху лежить в площині не тільки сприятливих природних умов, а завдяки технологічній діяльності. Це підтверджує, що інтенсивні, науково обґрунтовані методи є ключем до сталого розвитку сільського господарства.

Список використаних джерел

1. Хареба В.В., Кузнецова І.В., Хареба О.В. Харчове і лікувально-профілактичне значення овочевих і баштанних культур. Таврійський науковий вісник. - 2011. Вип. 76. С. 150-155.
2. Васильковська К., Звездун О., Біжан А. Вдосконалення вирощування кавунів в умовах Кіровоградської області. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції». – Кропивницький: ЦНТУ, 2025. С. 24-26. URL: <https://kntu.kr.ua/file/content/19401/zbirnyk-tez.pdf>
3. Книш В.І., Павлова С.Л. Сортова технологія вирощування кавуна в незрошуваних умовах півдня України. Таврійський науковий вісник. – Херсон: Айлант, 2012. Вип.79. С. 73-79.
4. Юркевич Є. О., Коваленко Н. П., Бакума А .В. Агробіологічні основи сівозмін Степу України: монографія. – 2011. Одеса. ВМВ., 237 с.
5. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Паламарчук О.Д. Новітні агротехнології у рослинництві: підручник. Вінниця, 2017. 588 с.
6. Vasytkovska K., Andriienko O., Vasytkovskyi O., Andriienko A., Popov V. and Malakhovska V. (2021). Dynamics of export potential of sunflower oil in Ukraine. HELIA, 44(74). 115-123. (DOI: <https://doi.org/10.1515/helia-2021-0001>)
7. Лимар В. А., Лимар А.О., Філіп'єв І.Д., Гамаюнова В.В. та ін. Рекомендації по вирощуванню овочевих і баштанних культур на півдні України. - Гола Пристань. –2005. 106 с.
8. Бондаренко Г. Л., Яковенко К. І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / за ред. Г. Л. Бондаренка. Харків, 2001. 369 с.
9. Семенченко О.Л., Мельник О.В., Заверталюк В.Ф., Заверталюк О.В. Особливості формування насінневої продуктивності кавуна звичайного в ущільнених посівах. Зернові культури. Том 5. № 1. – 2021. С. 38–44. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0156>

ЗНАЧЕННЯ ДОБРИВ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

К. Васильковська, к.т.н., доцент;

В. Вовчик, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Цукрові буряки є надзвичайно вимогливими до умов живлення, особливо за недостатнього зволоження, як от в Північному Степу України. В регіоні ґрунти переважно чорноземні, але із середнім або недостатнім забезпеченням доступними формами азоту, фосфору та особливо калію, що обмежує потенційний урожай і цукристість [1, 2].

Для формування врожайності коренеплодів потрібен азот, який стимулює ріст листового апарату та збільшує масу коренеплодів. Також потрібен фосфор, який сприяє розвитку кореневої системи та пришвидшує нагромадження цукрів.

Крім цього, необхідний калій, який підвищує стійкість рослин до посухи та сприяє переміщенню цукрів у коренеплодах [3].

Для покращення цукристості коренеплодів важливо витримати дозування елементів, так як надлишок азоту знижує вміст цукру та збільшує кількість небажаних домішок у соку (амінного азоту, калію, натрію). Збалансоване живлення, особливо за достатнього калію, забезпечує високий вміст цукру й кращу якість сировини для переробки.

Останніми роками, в умовах літніх посух, важливим є достатнє калійне живлення, яке регулює водний баланс.

Такі мікроелементи, як бор, марганець, цинк, мідь знижують ризик розвитку хвороб і фізіологічних розладів [4].

Роздивимось роль ключових елементів N–P–K. Азот визначає біомасу листя й потенціал накопичення сухої речовини; фосфор – розвиток кореневої системи й раннє цукронакопичення; калій – регуляцію водного режиму рослини та транспорту цукрів у коренеплід. Нерівноважне підживлення (особливо надлишок N при дефіциті K) знижує цукристість [5].

1. Азот (N). Сприяє інтенсивному росту листя, збільшує масу коренеплодів. Надлишок азоту призводить до «переломлення» буряків, які мають велике листя і низьку цукристість, накопичують небажані сполуки у соку (аміак, нітрати). Оптимальні дози N забезпечують урожайність, але їх треба збалансовувати з P і K [6].

2. Фосфор (P). Стимулює розвиток кореневої системи на початку вегетації рослин. Прискорює накопичення цукрів і підвищує стійкість до хвороб. Дефіцит цього елемента уповільнює ріст, зменшує розмір коренеплоду, знижує цукристість.

3. Калій (K). Регулює водний обмін і транспортування цукрів у коренеплід. Підвищує стійкість до посухи, що є важливим в зоні Степу. Недостатність калію призводить до зменшення коренеплодів, зниженню цукристості, втраті якості при зберіганні [7].

4. Кальцій (Ca). Важливий для формування клітинних стінок і стабільності тканин. Покращує стійкість буряків до гнилей і фізіологічних хвороб. На лужних і карбонатних ґрунтах дефіцит рідкісний, але можливий при високій кислотності.

5. Магній (Mg). Є центральним елементом хлорофілу, який допомагає фотосинтезу і нагромадженню органіки. Бере участь у переміщенні цукрів до коренеплоду. Дефіцит магнію призводить до хлорозу листків, зниженню цукристості.

6. Сірка (S). Складова амінокислот і ферментів. Покращує використання азоту. При нестачі цього елемента листки світлішають, врожайність падає, знижується переробна якість [8].

Багато досліджень підкреслюють переваги розподіленого внесення азоту (частина під передпосівну підготовку, частина – під час вегетації) та локалізованого внесення фосфору під посів; мікродобрива ефективні як позакореневі підживлення в період інтенсивного росту коренеплодів [5, 9].

Крім того важливим є застосування мікроелементів [6, 10]:

1. Бор (B), є найважливішим мікроелементом для цукрових буряків. Він регулює рух цукрів у коренеплід і формування клітинних стінок. Дефіцит бору призводить до «сухої гнилі серцевини» (чорні порожнини в коренеплоді), зниження цукристості.

2. Марганець (Mn), який входить до складу ферментів фотосинтезу. Дефіцит марганцю призводить до появи плямистості листя, зниження асиміляційної активності.

3. Цинк (Zn) є важливим елементом для синтезу гормонів росту. Дефіцит цинку призводить до «розеточності» (дрібне листя, зупинка росту).

4. Мідь (Cu) регулює ферментативні процеси і стійкість до грибкових хвороб.

5. Залізо (Fe) бере участь у диханні та фотосинтезі. Дефіцит заліза призводить до хлорозу молодих.

Внесення добрив в оптимальні норми (зокрема додавання калію та бору), часто окупається за рахунок вищого виходу цукру та кращої якості сировини, однак вагоміший економічний ефект залежить від ціни цукру, вартості добрив і стану ґрунту [5].

Слід зазначити, що неналежне (надлишкове) азотне живлення підвищує ризик вимивання нітратів і підкислення ґрунту; тому автори рекомендують ґрунтовий моніторинг і точне нормування добрив. Тривалі системи інтенсивного удобрення без повернення органіки можуть призводити до зниження гумусу [11].

В Північному Степу основною проблемою є нерівномірне забезпечення рухомим азотом і поступова деградація гумусу в інтенсивних сівозмінах. Тут органо-мінеральні підходи й застосування калію та бору дають помітний позитивний ефект.

Для покращення технології вирощування рекомендовано робити ґрунтовий аналіз щороку або через 2 роки перед удобренням і коригувати N–P–K під реальний запас.

Список використаних джерел

1. Васильковська К.В., Андрієнко О.О., Малаховська В.О. Динаміка виробництва цукрових буряків в Україні та аналіз експорту цукру. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Вип. 100. Ч. 2, 2022. С. <https://doi.org/74-84.10.31395/2415-8240-2022-100-2-74-84>
2. Заїменко Н.В., Борисюк В.О., Пиркін В.І, Сінченко В.М. Ефективність використання нових органо-мінеральних сумішей. Цукрові буряки. – 2005. № 6. С. 8-9.
3. Глеваський І.В. Буряківництво: навч. посібник. ... К. : Вища школа, 1995. 319 с.
4. Іванчук В.П. Вплив систем удобрення в сівозміні на продуктивність цукрових буряків. Агроном. ... 2010. № 4. С. 80-81.
5. Drobitko A., Sharata N., Markova N., Kachanova T. The influence of different fertilization regimes on the yield and nutrient content of the sugar beet crop. Scientific Horizons, 2023. Vol. 26, no. 11. P. 134–144. DOI <https://doi.org/10.48077/scihor11.2023.134>
6. Дефіцит бору - Цукровий буряк. URL: https://www.yara.ua/crop-nutrition/sugar-beet/91/769/?utm_source=chatgpt.com
7. Ivanina, V., Tabachuk O. Productivity of sugar beet under alternative organic-mineral fertilization. Agriculture and Plant Sciences: Theory and Practice, 2023. Vol. 3, P. 29-36. DOI <https://doi.org/10.54651/agri.2023.03.04>
8. Жердецький І. М. Мікроелементи в житті рослин. Агроном. – 2009. № 4. С. 28–31.
9. Костючко С. С., Лихочвор В. В. Продуктивність коренеплодів буряку цукрового залежно від елементів системи удобрення. Сільський господар. – 2014. № 5-6. С. 27–32.
10. Марчук І. У. Мінеральне живлення та продуктивність буряку цукрового. Пропозиція. – 2009. № 7. С. 64–69.
11. Павленко К.М., Калаєв Д.С. Сучасні технології вирощування цукрових буряків на базі оптимізованої площі живлення рослин. Цукрові буряки. – 2010, №4. С. 5-21.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН БАЗИЛІКУ В ПОРТАТИВНІЙ ГІДРОПОННІЙ NFT УСТАНОВЦІ

К. Васильковська, к.т.н., доцент;

О. Войчук, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Гідропоніка – це прорив у сільськогосподарському виробництві, тому що вирощування рослин відбувається у поживному розчині воді, замість ґрунту. Гідропоніка має такі переваги, як отримання високої врожайності, ощадливе використання води та пристосованість до складних ґрунтових умов. Різні системи, такі як Nutrient Film Technique (NFT), Deep Water Culture (DWC), аеропоніка та вертикальне землеробство мають змогу вирощувати рослини, доставляючи поживні речовини та кисень безпосередньо до їх коріння [1, 2].

Дослідження із впливу поживного розчину, освітлення та температурного режиму на продуктивність рослин базилику проводились в умовах наукової лабораторії «Гідропонного вирощування овочів в купольній теплиці» кафедри загального землеробства Центральноукраїнського національного технічного університету, що знадиться в місті Кропивницький Кіровоградської області.

З метою підвищення ефективності вирощування овочевих та ягідних культур в лабораторії «Гідропонного вирощування овочів в купольній теплиці» кафедри загального землеробства ЦНТУ розроблено дослідну портативну гідропонну NFT установку для вирощування овочевих та ягідних культур із використанням фітоматриць [3].

Портативна вертикальна гідропонна установка побудована за принципом NFT. Установка складається із вертикальної конструкції у формі колони, яка забезпечує компактність та дозволяє розміщувати задану кількість рослин у обмеженому просторі (рис. 1).

Гідропонна колона 8 представляє собою трубу, всередині якої розташовано трубопровід подачі 7 поживного розчину, що подається із резервуару 9, до якого за допомогою насосної системи та водяної помпи 11 до верхньої частини колони подається поживний розчин. Всередині резервуару знаходиться датчик мінімального рівня наповнення резервуару поживним розчином 10.

В верхній частині колони 8 знаходиться повітряний клапан 1, вузол розподілу поживного розчину 2 та вузол кріплення фітоматриць 3 із випромінювальними елементами, під якими знаходиться вузол подачі поживного розчину 4, до якого прикріплено фітоматриці 5, які розширюються донизу. На рівних відстанях по периметру колони зроблено отвори під гідропонні кошики 6, до яких подається поживний розчин.

Конструкція гідропонної установки кріпиться до роликів системи 12, що надає можливість переміщувати її за потреби.

Поживний розчин із резервуару 9 за допомогою насосної системи і водяної помпи 11 подається трубопроводами подачі поживного розчину 7 до гідропонних кошиків 6, де рослини отримують поживний розчин тонким шаром. В гідропонній установці для додаткового освітлення використано фітоматриці 5 із випромінювальними елементами червоних та синіх світлодіодів у співвідношенні 4:1. Це надає можливість використання червоного світла із довжиною хвилі від 650 до 700 Нм, яке є критично важливим для фотосинтезу, оскільки стимулює процеси росту, цвітіння та формування плодів та синього світла із довжиною хвилі від 400 до 500 Нм, яке є важливим на ранніх стадіях розвитку рослин для формування міцної кореневої системи, укріплення стебла та розвитку листя. Висока частка червоного світла сприяє прискоренню фотосинтезу та підвищенню врожайності, тоді як синє світло забезпечує якісний розвиток структурних частин рослини, що в такому поєднанні підходить для вирощування різних видів культур, такі як: овочі, зелень та інші.

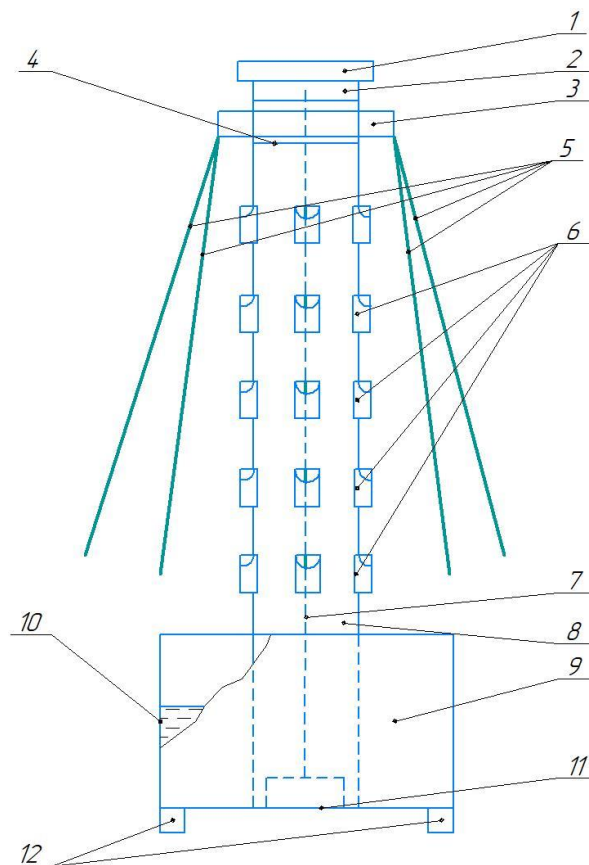


Рис. 1. Схема портативної гідропонної NFT установки:

1 – повітряний клапан; 2 – вузол розподілу поживного розчину; 3 – вузол кріплення фітоматриць; 4 – вузол подачі поживного розчину; 5 – фітоматриці із випромінювальними елементами; 6 – гідропонні кошики; 7 – трубопровід подачі поживного розчину; 8 – вертикальна гідропонна колона; 9 – резервуар; 10 - датчик мінімального рівня поживного розчину у резервуару; 11 – насосна система із водяною помпою; 12 – роликівна система

В якості експериментального матеріалу використовували насіння базилика (*Ocimum basilicum*) сорту Рутан, ранній, оригіномом якого є Дослідна Станція «Маяк» ІОБ НААН України. Тип насінневого матеріалу: еліта. Вегетаційний період (60-66 діб) [4].

Запропоновані технологічні рішення в удосконаленій портативній гідропонній NFT установці та використання мікробного препарату EM 5 надає можливість при передпосівній обробці насіння надати йому надійний старт для кращого проростання та набору росту, зменшення часу дозрівання, набору маси рослин та кількості листків. Оптимізація температурного режиму повітря та поживного розчину також сприяє збільшенню досліджуваних показників та покращенню їх якісних характеристик. А збільшення концентрації поживного розчину надає рослинам додаткового постійного живлення та покращує їх ростові характеристики.

Список використаних джерел

1. Patel K., Chauhan D., Mishra P., Rath J.J., Saxena K.K., Prasad K.S.R. & Bandhu D., 2024: Design and development of a modular hydroponic tower with topology optimization. Int J Interact Des Manuf. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12008-024-02052-1>
2. Sharma N., Acharya S., Kumar K., Singh N., Chaurasia O.P., 2018: Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: An overview. Journal of Soil and Water Conservation, 17(4). p. 364. DOI: <https://doi.org/10.5958/2455-7145.2018.00056.5>
3. Vasytkovska K., Kovalov M., Vasytkovsky O., Michailova D. (2025). Determining optimal cultivation parameters for a portable hydroponic system using the nutrient film technique. Asian Journal of Water, Environment and Pollution, 22(3). Pp. 185-197. DOI: <https://doi.org/10.36922/AJWEP025170132>
4. Бондаренко Г.Л., Яковенко К.І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків: Основа, 2001. 369 с.

ЗНАЧЕННЯ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РІПАКУ ОЗИМОГО

К. Васильковська, к.т.н., доцент;

Д. Гончаренко, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

В сучасному виробництві ріпаку озимого біопрепарати виконують кілька функцій: покращують азотне та фосфорне живлення, активізують синтез фітогормонів, пригнічують ґрунтові патогени, посилюють розвиток кореневої системи та підвищують загальну адаптивність культури. Це має особливе значення для Північного Степу, де навіть невеликі зміни у стані рослин в осінній період можуть визначити успіх перезимівлі та потенціал урожайності [1, 2].

Північний Степ характеризується помірно посушливим кліматом. Восени часто бракує вологи для дружних сходів, а навесні ґрунтові запаси вологи швидко вичерпуються. Крім того, ґрунти регіону мають різну забезпеченість доступним фосфором та азотом, що безпосередньо впливає на закладання розетки й формування кореневої шийки, критично важливих елементів для успішної перезимівлі рослин [3, 4].

Однією з головних проблем є нерівномірний розвиток рослин восени: за нестачі вологи або поживних речовин частина посівів формує слабку розетку, що призводить до зрідження посівів після зими. Використання мікробних препаратів дозволяє частково компенсувати ці негативні фактори, адже бактерії працюють безпосередньо в ризосфері, активізують мобілізацію поживних елементів і значно ефективніші за традиційні підживлення за несприятливих умов [5].

Використання мікробних препаратів у технології вирощування озимого ріпаку набуває особливого значення на тлі необхідності зменшення хімічного навантаження на агроценози та підвищення адаптивності рослин до стресових умов Північного Степу України [2].

Біологічні препарати на основі корисних мікроорганізмів є такі:

- азотфіксувальних бактерій;
- фосфатмобілізуювальних мікробів;
- ризобактерій;
- грибів роду *Trichoderma* [2].

Вони здатні не лише покращувати живлення рослин, але й стимулювати їх ріст, підвищувати толерантність до посухи та пригнічувати патогени.

Корисні мікроорганізми, що входять до складу біопрепаратів, сприяють продуктивності ріпаку за кількома основними напрямками:

Азотфіксація. Деякі штами бактерій (*Azotobacter*, *Azospirillum*) здатні фіксувати атмосферний азот і переводити його у форму, доступну для рослин. Для ріпаку це важливо у фазі осіннього росту, коли закладається потужна коренева система і формується запас пластичних речовин [6].

Розчинення фосфатів. Багато ґрунтів Північного Степу містять значні, але недоступні рослинам фосфати. Мікробні препарати з фосфатмобілізуючими бактеріями (*Bacillus megaterium*, *Pseudomonas* spp.) переводять їх у доступну форму, що підсилює розвиток кореневої системи, пришвидшує формування розетки та покращує зимостійкість [2, 7].

Синтез фітогормонів. Бактерії продукують ауксини, цитокініни та гібереліни, які стимулюють ріст коренів, нарощування біомаси та підвищують загальну життєздатність рослин.

Антагонізм до ґрунтових патогенів. Деякі препарати містять бактерії або гриби, які пригнічують розвиток фузаріозів, склеротиніозу та інших хвороб, що часто уражають ріпак. Це дозволяє зменшити хімічне навантаження та зберегти рослини в найбільш критичні фази.

Збільшення стійкості до абіотичного стресу. Біопрепарати покращують водний обмін рослин, посилюють стійкість до короткочасних заморозків і сприяють відновленню після стресів [8].

Результати численних досліджень свідчать, що застосування мікробних препаратів за передпосівної інокуляції насіння або під час вегетації забезпечує підвищення продуктивності озимого ріпаку на 10-25%. Спостерігається збільшення густоти стояння рослин, маси коренів і надземної біомаси, покращення перезимівлі та формування більшої кількості стручків. У посушливих умовах Північного Степу використання мікробних препаратів дозволяє зменшити залежність рослин від мінеральних добрив і оптимізувати витрати на технологію вирощування [8-15].

Таким чином, впровадження біологічних засобів у системи живлення ріпаку відповідає глобальним тенденціям розвитку сталого землеробства. Мікробні препарати сприяють не лише зростанню врожайності, але й підвищують якість продукції, знижують екологічні ризики та забезпечують відновлення родючості ґрунтів, що є особливо важливим для агрокліматичних умов Північного Степу.

Список використаних джерел

1. Васильковська К.В., Андрієнко О.О., Малаховська В.О. Динаміка виробництва олійних культур в Україні та аналіз експорту олії. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Вип. 98. Ч. 2, 2021. С. 166-177. <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2021-98-2-166-177>
2. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика : монографія / [В. В. Волгогон, О. В. Надкернична, Т. М. Ковалевська та ін.]. – К. : Аграрна наука, 2006. 312 с.
3. Васильковська К, Дворніченко Р. Вдосконалення технології вирощування ріпаку озимого в умовах Степу України. Матеріали XIV міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». – Кропивницький: ЦНТУ. 2023. С. 281-282.
4. Гарбар Л.А., Яцишина Т.П., Самолюк О.П. Вплив удобрення на перезимівлю ріпаку озимого. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2018. № 1. С. 74-77.
5. Jeong, S., Moon, H. S., Shin, D., and Nam, K. (2013). Survival of introduced phosphate-solubilizing bacteria (PSB) and their impact on microbial community structure during the phytoextraction of Cd-contaminated soil. *J. Hazard. Mater.* 263, 441–449. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2013.09.062>
6. Jing, R., and Kjellerup, B. V. (2018). Biogeochemical cycling of metals impacting by microbial mobilization and immobilization. *J. Environ. Sci.* 66, 146–154. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2017.04.035>
7. Щербаків В. Я., Нерезуцький С. Г., Боднар М. В. Озимий ріпак в Степу України. Одеса: ІНВАЦ, 2009. 182 с.
8. Клименко О., Клименко М., Каменева І., Кулікова Т., Клименко, Н. Вплив мікробних препаратів на ріст і розвиток плодівих саджанців. Сільськогосподарська мікробіологія, 2009, 8, 90-103. <https://doi.org/10.35868/1997-3004.8.90-103>.
9. Кириленко І. Г., Івченко В. Є., Дем'янчук В. В. Продовольча безпека України в світлі сучасних тенденцій світової економіки. Економіка АПК. 2017. №8. С. 5–14.
10. Співак І. Світовий ринок соняшникової олії та місце України. Експертна платформа. [Електронний ресурс]. URL: <https://prompolit.info/2019/05/28/svitovij-rinok-sonyashnikovoyi-oliyi-ta-mistseukrayini/>
11. Savina S. Management of competitiveness of products of processing enterprises. *International independent scientific journal*, 2020. № 18. Vol. 2. P. 22– 28.
12. Кернасюк Ю. Олійні культури: тенденції на ринку. Агробізнес сьогодні. [Електронний ресурс]. URL: <http://agrobusiness.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/15275-oliini-kultury-tendentsii-narynku.html>.
13. Andriienko O., Vasytkovska K., Andriienko A., Vasytkovskyi O., Mostipan M., Salo L. Response of sunflower hybrids to crop density in the steppe of Ukraine. *HELIA*. 2020. Vol. 43. № 72. P. 99–111.
14. Barrera A. New realities, new paradigms: the new agricultural revolution. *Comunica Magazine*. Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture. 2011. P. 1–13.
15. Esfahani A. A. K., Mirdamadi S. M., Hosseini S. J. F., Lashgarara F. Overseas cultivation: the complimentary approach for developing food security. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2019. №25(1). P. 26–35.

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ КАВУНІВ В ЗОНІ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ

К. Васильковська, к.т.н., доцент;

О. Жданович, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Кавун (*Citrulus lanatus* Thumb. Mansf.) є достатньо вимогливим фруктом щодо кліматичних та ґрунтових умов, проте він є одним з найбільш вирощуваних фруктів в умовах Степу України [1].

Кліматичні та ґрунтові умови Північного Степу України є достатньо сприятливими для вирощування баштанної продукції, с тому числі кавуна [2].

Так, в 2024 році площа вирощування баштанних культур в Україні становила лише 30,0 тис. га, що на 12,3% менше ніж у 2023 році – 34,2 тис. га. А в довоєнному 2021 році площа вирощування баштанних становила 61,8 тис. га [3, 4].

Так, цього річ Кіровоградщина засадила баштанними 3,2 тис. га, тоді як у 2024 році – 2,2 тис. га. Зрозуміло, що із військовими діями та тимчасовою окупацією територій України, які традиційно вважались баштанними зонами країни – частиною Херсонської та Запорізької областей, в інших областях намагаються збільшити площі вирощування цих культур, щоб зменшити дефіцит баштанної продукції. Так, за три минулі сезони в центральних та північних регіонах України збільшились площі на овочеві культури, в тому числі і на баштанні.

Як відомо, у 2021 році на Херсонську область припадало 37% усіх посівних площ баштанних культур в Україні. Тоді як, Дніпропетровська область вирощувала баштанні лише на 8,8%, Полтавська область – на 8%. Однак, у 2024 році лідером із посівних площ баштанних культур є Полтавська область – понад 17%. Також, по 10% площ під баштанними припадає на Кіровоградську та Одеську області [4].

2025 рік не став винятковим, на Полтавщині, Кіровоградщині, Дніпропетровщині збільшено площі вирощування кавунів. Однак, з огляду на зміну кліматичних та погодних умов [5], урожай прогнозують меншим, ніж минулого року, через весняні заморозки, які пошкодили рослини [6].

До центральних районів України кавуни раніше традиційно постачали із Херсонщини. Однак, окупація значної частини Херсонської області, заміновані землі, проблеми із поливом внаслідок підриву Каховської ГЕС вплинули й на овочівництво, в тому числі і баштанництво [7].

На Кіровоградщині баштанні культури є нетрадиційною культурою для промислового вирощування. В умовах Північного Степу, до якого належить Кіровоградська область, традиційними є зернові та олійні культури [4, 8].

Український Степ, останнім часом, відноситься до зони ризикованого землеробства, розташований на півдні та в центральній частині країни, характеризується нерівномірним розподілом опадів, що впливає, в тому числі, і на баштанні культури, та виправдовує впровадження зрошення в регіоні [9, 10].

Для вирощування кавунів в зоні Північного Степу слід враховувати певні особливості регіону. Так, терміни сівби повинні відповідати агрономічним, відповідно до яких температура ґрунту, і який висівається насіння повина дорівнювати $+15^{\circ}\text{C}$. Тому, слід висівати кавуни наприкінці травня (після 15–20 числа), коли ґрунт прогріється до $+15^{\circ}\text{C}$ [11].

Також, важливим елементом правильної технології вирощування є підбір сорту відповідно умов ґрунто-кліматичних господарства. Слід обирати ранньостиглі та середньостиглі сорти (65-80 днів вегетації), які встигають визріти до вересня.

Також, важливим є врахування водного балансу культури. Так, середньобагаторічний дефіцит водного балансу в степовій зоні коливається в межах 420-550 мм, тобто для забезпечення його нульового балансу необхідно 4200-5500 м³ додаткової води на гектар [11].

У південних районах нашої області (наприклад, Голованівський чи Благовіщенський райони) можна отримати непогані врожаї і без зрошення.

Але в центральній та північній частині області для стабільного результату краплинне зрошення є більш необхідним.

Через зміни клімату та глобальне потепління, а також військові дії, зони вирощування баштанних культур поступово «зсуваються» із півдня в центр країни [12].

Таким чином, Кіровоградщина стає тим регіоном, де кавун можна вирощувати не лише для внутрішнього ринку, а й потенційно для експорту [13].

Для прискорення старту вегетації в господарствах Кіровоградської області використовують розсаду, щоб компенсувати коротший сезон та несприятливі погодні умови [12, 13].

На нашу думку, перспективами розвитку баштанництва для Кіровоградської області є:

Оптимізація технологій. Тобто впровадження сучасних сортів, стійких до нестачі вологи чи різких перепадів температури.

Краплинне зрошення, мульчування, захист від заморозків.

Вирощування ранніх сортів та гібридів. Виробництво ранніх сортів кавунів, які виходять на ринок раніше зможе дати рослинам дозріти раніше, а також можливість продати врожай за достатньо високою ціною.

Орієнтація на преміальний сегмент. Якісне насіння дасть якісну продукцію із гарним смаком, солодкістю.

Органічне виробництво. Попит на екологічно чисті продукти зростає, особливо в містах.

Таким чином, Кіровоградщина має гарний потенціал для вирощування баштанних культур, а виробництво кавуну може стати значущою частиною агробізнесу, особливо враховуючи зміни в виробництві в південних областях України. Однак, обов'язковою умовою розвитку такого агробізнесу є врахування ризиків, інвестиції у технології та приділення уваги якості продукції.

Список використаних джерел

1. Хареба В.В., Кузнецова І.В., Хареба О.В. Харчове і лікувально-профілактичне значення овочевих і баштанних культур. Таврійський науковий вісник. - 2011. Вип. 76. С. 150-155.
2. Книш В.І., Павлова С.Л. Сортова технологія вирощування кавуна в незрошуваних умовах півдня України. Таврійський науковий вісник. – Херсон: Айлант, 2012. Вип.79. С. 73-79.
3. Державна служба статистики України. [Електронний ресурс]. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
4. Васильковська К., Звездун О., Біжан А. Вдосконалення вирощування кавунів в умовах Кіровоградської області. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції». – Кропивницький: ЦНТУ, 2025. С. 24-26.
5. Vasylovskaya K., Andriienko O., Vasylovskiy O., Andriienko A., Popov V. and Malakhovskaya V. (2021). Dynamics of export potential of sunflower oil in Ukraine. HELIA, 44(74). 115-123.
6. На Кіровоградщині прогнозують менший урожай кавунів. AgroPortal.ua. URL: https://agroportal.ua/news/yagidnictvo/na-kirovogradshchini-prognozuyut-menshiy-urozhay-kavuniv?utm_source=chatgpt.com (дата звернення 16.11.2025)
7. Лимар В.А., Лимар А.О., Філіп'єв І.Д., Гамаюнова В.В. та ін. Рекомендації по вирощуванню овочевих і баштанних культур на півдні України. – Гола Пристань. 2005. 106 с.
8. Vasylovskaya K., Andriienko O., Malakhovskaya V., Vasylovskiy O., Andriienko A. and Shepilova T. (2024) Analysis of effective sunflower cultivation zones using the example of Ukraine. Agronomy Research 22(3), 1362–1376.
9. Семенченко О.Л., Мельник О.В., Заверталюк В.Ф., Заверталюк О.В. Особливості формування насінневої продуктивності кавуна звичайного в ущільнених посівах. Зернові культури. Том 5. № 1. – 2021. С. 38–44.
10. Коломієць В.В., Берднікова О.Г. Аналіз технології вирощування кавуна столового в умовах Південного Степу. Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених з нагоди Дня науки: «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку у сільському господарстві». – Херсон, 2020. С. 50-56.
11. Тарарико Ю.О., Сорока Ю.В., Сайдак Р. В. Кліматичні зміни та економічна ефективність аграрного виробництва в Степовій зоні України. Меліорація і водне господарство. – 2022. Вип. 1(118). С. 45–54.
12. Serhiienko O.V., Shabetia O.M., Linnik Z.P., Serhiienko M.B., Povlin I.Ye. Selection of watermelon starting material by adaptability for breeding for suitability for intensive and organic growing technologies. Селекція і насінництво. 2023. Випуск 124, 2024. Вип. 15(3). С. 45–56.
13. У центральних областях кавуну вирощують розсадою для прискорення процесу вегетації. AgroPortal.ua. URL: https://agroportal.ua/news/eksklyuzivny-u-centralnih-oblastyah-kavuni-viroshchuyut-rozsadoyu-dlya-priskorennya-procesu-vegetacii?utm_source=chatgpt.com (дата звернення 11.11.2025)

ВПЛИВ ВИБОРУ ГІБРИДІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ

К. Васильковська, к.т.н., доцент;

Є. Стоянов, студент;

С. Дар'єва, студентка

Центральноукраїнський національний технічний університет

Вибір гібриду соняшнику для висіву є стратегічним рішенням, яке визначає ефективність всього виробничого циклу. У сучасних умовах, коли спостерігаються коливання клімату та обмеження ресурсів, підхід до вибору гібриду має бути комплексним і науково обґрунтованим [1, 2].

Для обрання гібридів соняшнику для висіву, слід врахувати наступне: ґрунтові умови, генетичні особливості гібридів, їх економічні показники, біологічно-фенологічні властивості, пристосованість до регіону вирощування.

Основою вибору гібриду є врахування агрокліматичних умов конкретного регіону. У зоні Північного Степу України переважають чорноземи з недостатнім зволоженням (гідротермічний коефіцієнт 0,8-1,0), часті періоди літніх посух та високі температури під час наливу насіння.

Тому, рекомендовано обирати гібриди посухостійкого типу, з коротким або середнім вегетаційним періодом (100-115 днів), які встигають уникнути найвищих температур та зберегти олійність [3].

Сучасні технології вирощування соняшнику (*Clearfield®*, *Clearfield® Plus*, *ExpressSun®*) передбачають підбір гібридів, стійких до певних гербіцидів. Такий підхід дає змогу ефективніше контролювати бур'яни та підвищити чистоту посівів □19□.

Крім того, важливо враховувати стійкість до хвороб, зокрема до вовчка (*Orobanche cuman*), фомопсису, сірої гнилі та білої гнилі. Для північного Степу актуальними є гібриди із стійкістю до рас вовчка Е-Г, адже поширення паразита значно знижує врожай. Тобто, обрання для висіву гібридів із вбудованою генетичною стійкістю дозволяє уникнути втрат урожайності на рівні 20-30% [4].

Для регіону Північного Степу підбір гібридів соняшнику часто базується на рентабельності вирощування, тобто співвідношенні врожайності і витрат.

Гібриди інтенсивного типу забезпечують вищі врожаї, проте вимагають високих доз добрив і ретельного догляду. Екстенсивні або універсальні гібриди мають нижчий потенціал, але краще проявляють себе за мінімальних витрат [5].

Так, в умовах Північного Степу саме середньо-інтенсивні гібриди мають оптимальне співвідношення між потенційною врожайністю (3,0-3,5 т/га) та стабільністю за різних років [6].

При виборі гібриду слід враховувати тривалість вегетаційного періоду, висоту рослин, діаметр кошика, посухостійкість, здатність до рівномірного дозрівання.

Для умов Північного Степу бажано обирати гібриди з середньою або нижчою висотою, щоб зменшити вилягання при суховійних вітрах і полегшити збирання врожаю [7-15].

Вітчизняні дослідження показують, що навіть найпродуктивніший гібрид не реалізує потенціал без локальної адаптації. Тому важливо проводити власні польові випробування (демо-посіви) на базі господарства.

Тобто, адаптація гібридів до місцевих умов визначає до 60% їх реальної врожайності.

Таким чином, аграрним підприємствами Північного Степу для обрання для висіву насіння соняшнику слід враховувати наступні рекомендації:

- обирати гібриди, адаптовані до умов посухи і тепла;
- планувати строки сівби з урахуванням кліматичних особливостей регіону;
- застосовувати сучасні системи живлення (мікроелементи, стимулятори);
- включати соняшник у збалансовану сівозміну, не перевантажуючи поля;
- оцінювати можливості побічного енергетичного використання продуктів культури для підвищення стійкості виробництва.

Отже, обрання кращих гібридів соняшнику в умовах Північного Степу має бути багатофакторним і поєднувати:

- кліматичну та ґрунтову оцінку поля;
- стійкість гібриду до стресів, вовчка та хвороб;
- технологічну сумісність із системою вирощування;
- економічну ефективність і стабільність урожаю.

Таким чином, оптимальним рішенням є комбінування кількох гібридів із різним потенціалом, що мінімізує ризики, пов'язані з погодними умовами та хворобами, і забезпечить стабільну рентабельність.

Список використаних джерел

1. Vasytkovska K., Andriienko O., Malakhovska V. and Moroz O. (2022). Analysis of changes in comfortable sunflower growing areas using the example of Ukraine. HELIA, 45(77). 175-189. <https://doi.org/10.1515/helia-2022-0010>
2. Vasytkovska K., Andriienko O., Malakhovska V., Vasytkovskyi O., Andriienko A. and Shepilova T. (2024) Analysis of effective sunflower cultivation zones using the example of Ukraine. Agronomy Research 22(3), 1362–1376. <https://doi.org/10.15159/AR.24.097>
3. Sokolovska I., Maschenko Yu. (2023). Biotechnological methods of growing sunflower in different fertilizer systems. HELIA, 46(79). 233–243. <https://doi.org/10.1515/helia-2023-0011>
4. Правильний вибір гібрида соняшнику – перший крок до успіху. Syngenta.ua https://www.syngenta.ua/en/news/sonyashnik/pravilniy-vibir-gibrida-sonyashniku-pershiy-krok-do-uspihu?utm_source=chatgpt.com (дата звернення 30.10.2025 р.)
5. Жила П.А., Назаренко М.М. Продуктивність та якість гібридів соняшнику в умовах Дніпровського регіону. Таврійський науковий вісник. – 2024. Вип. 135(1). С. 72-78. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.135.1.10>
6. Тоцький В.М., Гангур В.В., Поляков І.А. Урожайність та якість насіння гібридів соняшнику (*Helianthus annuus* L.) залежно від системи удобрення. Scientific Progress & Innovations. 2024. № 27 (3). С. 5–11.
7. Коляда В.П., Халін С.Ф., Назарян А.А. Урожайність насіння гібридів соняшнику за вирощування в умовах Північного Степу. Podilian Bulletin Agriculture Engineering Economics. 2025. № 46. С. 60–66. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-1.7>.
8. Akdemir, S., Cavalaris, C. & Gemtos, T. 2017. Energy balance of sunflower production. Agronomy Research 15(4). 1463–1473. doi: 10.15159/AR.17.003
9. An official website of the European Union. URL: https://ec.europa.eu/info/departments/eurostateuropean-statistics_en An official website of the International Association of Official Statistics (IAOS). URL: <https://www.iaos-isi.org/>
10. Andriienko, O., Vasytkovska, K., Andriienko, A., Vasytkovskyi, O., Mostipan, M. & Salo, L. 2020. Response of sunflower hybrids to crop density in the steppe of Ukraine. HELIA 43(72), 99–111. doi: 10.1515/helia-2020-0011
11. Barrera, A. 2011. New realities. new paradigms: the new agricultural revolution. Comuniica Magazine. Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture, pp. 1–13.
12. Braun, E., Braun, E., Gyimesi, A., Ploskics, Z. & Sebestyén, T. 2023. Exposure to trade disruptions in case of the Russia–Ukraine conflict: A product network approach. The World Economy 46, 2950–2982. <https://doi.org/10.1111/twec.13417>
13. Čedík, J., Pexa, M., Holůbek, M., Mader, D. & Pražan, R. 2018. Effect of sunflower and rapeseed oil on production of solid particles and performance of diesel engine. Agronomy Research 16(S1), 985–996. <https://doi.org/10.15159/AR.18.121>
14. Vasytkovska, K., Andriienko, O., Vasytkovskyi, O., Andriienko, A., Popov, V. & Malakhovska, V. 2021. Dynamics of export potential of sunflower oil in Ukraine. HELIA 44(74), 115–123. <https://doi.org/10.1515/helia-2021-0001>.

ПРОБЛЕМА ВИЖИВАНOSTІ ВИННИХ СОРТІВ ВІНОГРАДУ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

К. Васильковська, к.т.н., доцент;

В. Удоденко, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Північний Степ України (території, що охоплюють північ Одеської, Миколаївської, Херсонської, Запорізької, а також Кіровоградську, Дніпропетровську області) характеризується помірно-континентальним кліматом із вираженими аномаліями, що робить його зоною ризикованого виноградарства. Хоча історично виноградарство було зосереджене переважно на Півдні, сучасні кліматичні зміни, попит на місцеве крафтове вино та пошук нових сільськогосподарських ніш стимулюють розширення виноградних площ на північ. Головною перешкодою для успішного виробництва винної сировини тут є проблема виживаності *Vitis vinifera* та гібридних сортів, яка безпосередньо пов'язана із кліматичною нестабільністю.

Виживаність винограду в Північному Степу визначається комплексом факторів, які можна згрупувати за сезонами:

1. Зимові пошкодження:

– низькі температури. Головною загрозою є падіння температури нижче критичних значень (від -18С до -25С залежно від сорту). Це спричиняє вимерзання вічок, пагонів і, у найгіршому випадку, багаторічної деревини та кореневої системи. Сорти *Vitis vinifera* є особливо вразливими.

– відсутність снігового покриву. Нерівномірний або відсутній сніговий покрив за сильних морозів посилює промерзання ґрунту, що критично впливає на кореневу систему неукривних сортів та підщеп.

– зимові відлиги та різкі перепади. Відлиги провокують вихід лози зі стану глибокого спокою, після чого наступні різкі морози завдають значної шкоди через руйнування клітинних мембран.

2. Весняні та осінні ризики:

– весняні приморозки. Повернення заморозків у період розпускання бруньок (квітень-травень) призводить до загибелі первинних і, часто, вторинних пагонів, що різко знижує врожайність або повністю його знищує.

– недостатня сума активних температур (САТ). Хоча загальне потепління збільшує САТ, у північних районах її може бути недостатньо для повного визрівання лози перед зимівлею. Незріла лоза має низьку морозостійкість і легко вимерзає.

3. Літні умови:

Посуха та високі температури. Хоча виноград є посухостійкою культурою, тривалі посухи літнього періоду без зрошення призводять до зниження врожайності, погіршення якості ягід (в'янення, зниження кислотності) та загального ослаблення рослини, що зменшує її підготовку до зими.

Для підвищення виживаності в Північному Степу критично важливим є сортовий підбір.

Традиційні сорти *Vitis vinifera*. Такі відомі винні сорти як Каберне Совіньйон, Мерло, Ріслінг та Шардоне мають низьку природну морозостійкість і вимагають обов'язкового укриття лози на зиму. Це збільшує трудові та фінансові витрати, але є необхідною умовою для отримання якісного винного матеріалу.

Основним напрямком є впровадження сортів, які володіють підвищеною зимостійкістю або є умовно неукривними.

Цікавими для вирощування в даному регіоні є сорти української селекції. Сорти, розроблені ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», такі як Одеський Чорний (для Південного Степу) та Сухолиманський Білий, мають помірну стійкість [8].

Все більшого значення набувають морозостійкі сорти *Vitis labrusca* або складні міжвидові гібриди (French-American hybrids), наприклад, Маршал Фош, Леон Мійо, Цвейгелт (помірної стійкості). Вони витримують температури до -25С – -29С і можуть вирощуватися в безукривній культурі або з мінімальним укриттям. Однак, їхній хімічний склад ягід вимагає спеціальних технологій виноробства.

Актуальним є створення нових комплексно стійких сортів, які поєднують високу морозостійкість із якісними технологічними характеристиками ягід, придатними для виробництва європейських типів вина.

У Північному Степу проблема виживаності вирішується впровадженням спеціальних агротехнічних прийомів, орієнтованих на захист рослин. Це такі технологічні прийоми, як:

1. Формування та обрізування. Низькі та вкривні форми. Рекомендується застосування низькоштамбових або безштамбових формувань (наприклад, Гюйо, віялова), що дозволяє легко укривати лози на зиму. Формування кущів у вигляді кордонів або високих штаблів є недоцільним.

Коротке обрізування. В умовах ризику вимерзання застосовують більш коротке обрізування (на 2-4 вічка) для збереження більшої кількості сплячих бруньок, які можуть дати врожай у разі пошкодження основних вічок.

2. Укриття винограду. Укриття є найефективнішим захистом. Найпоширенішим є пригинання лоз до землі та їхнє укриття ґрунтом (шар 20-30 см), соломною, очеретом або спеціальними агроматеріалами (спанбонд, плівка). Укриття захищає не тільки від низьких температур, але й від висушування вітром.

Укриття слід проводити після настання стабільних мінусових температур (кінець листопада – початок грудня), а розкриття – навесні, коли мине загроза сильних приморозків.

Крім перерахованих вище заходів, ефективним в зоні Степу є також зрошення та живлення.

Так, осінній вологозарядний полив є критично важливим заходом. Поливання ґрунту восени підвищує його теплоємність, що зменшує глибину промерзання кореневої системи і захищає її від висушення.

Внесення калійних добрив. Застосування калію та фосфору у другій половині літа та восени сприяє кращому визріванню лози, накопиченню вуглеводів та підвищенню її зимостійкості.

Проблема виживаності винних сортів винограду в Північному Степу України є комплексною і вимагає системного підходу. Ефективне виноградарство в цій зоні можливе лише за умови:

1. Пріоритетного використання морозостійких та комплексно стійких сортів (гібридів-прямих виробників або стійких *Vitis vinifera*).

2. Обов'язкового застосування трудомістких, але ефективних агротехнічних прийомів укриття лози на зиму для *Vitis vinifera*.

3. Впровадження систем крапельного зрошення для стабілізації водного режиму, особливо в умовах літньої посухи та для осіннього вологозарядного поливу.

4. Постійного наукового моніторингу мікроклімату та впровадження результатів новітньої селекції.

Незважаючи на ризики, розвиток крафтового виноробства на місцевій сировині має значні перспективи. Успішне вирішення проблеми виживаності винних сортів винограду перетворить Північний Степ з ризикованої на перспективну для виноградарства зону.

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ВІДПРАЦЬОВАНИХ КУКУРУДЗЯНИХ НАПОВНЮВАЧІВ НА ПРОЦЕСИ КОМПОСТУВАННЯ ТА ЯКІСТЬ ОТРИМАНОГО ДОБРИВА

Л. Коломієць, к.с.-г.н., доцент;

Д. Тиніченко, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Проблема утилізації органічних відходів залишається одним із пріоритетних напрямків екологічної політики України. Щорічно в країні утворюється понад 5 млн тонн органічних побутових відходів, значна частина яких потрапляє на полігони, створюючи екологічну загрозу та втрачаючи цінний ресурсний потенціал [1].

Кукурудзяні наповнювачі, які широко використовуються як підстилка для домашніх тварин, екологічна упаковка та абсорбенти, після відпрацювання становлять значний обсяг органічних відходів. Їхня переробка шляхом компостування може стати ефективним способом отримання органічних добрив та зменшення антропогенного навантаження на довкілля [2].

Вивчення впливу відпрацьованих кукурудзяних наповнювачів на процеси компостування дозволить розробити науково обґрунтовані рекомендації щодо їхньої утилізації та використання у сільськогосподарському виробництві, що відповідає принципам циркулярної економіки [3].

Мета роботи: комплексна екологічна оцінка впливу відпрацьованих кукурудзяних наповнювачів на перебіг процесів компостування та агрохімічні властивості отриманого органічного добрива.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати фізико-хімічні характеристики відпрацьованих кукурудзяних наповнювачів як сировини для компостування.
2. Дослідити динаміку температурного режиму, вологості та рН середовища під час компостування з використанням кукурудзяних наповнювачів.
3. Визначити оптимальні співвідношення компонентів компостної суміші для забезпечення ефективної біодеградації.
4. Оцінити вміст основних поживних елементів (NPK), органічної речовини та мікроелементів у готовому компості.
5. Провести санітарно-мікробіологічний аналіз отриманого добрива на наявність патогенної мікрофлори.
6. Дослідити вплив готового компосту на ростові процеси тест-культур та структуру ґрунту.
7. Оцінити екологічні ризики використання компосту з кукурудзяних наповнювачів для сільськогосподарського виробництва.

Експериментальні дослідження проводились протягом 2024-2025 років на базі [назва лабораторії/дослідної станції]. Як основну сировину використовували відпрацьовані кукурудзяні наповнювачі від домашніх тварин різних виробників.

Були закладені п'ять експериментальних варіантів компостних сумішей:

- 1) Варіант 1 (контроль): традиційний компост без кукурудзяних наповнювачів;
- 2) Варіант 2: 25% кукурудзяних наповнювачів + 75% органічних відходів;
- 3) Варіант 3: 50% кукурудзяних наповнювачів + 50% органічних відходів;
- 4) Варіант 4: 75% кукурудзяних наповнювачів + 25% органічних відходів;
- 5) Варіант 5: біоактивована суміш з додаванням ЕМ-препаратів.

У роботі використано комплекс сучасних методів: температурний моніторинг (термометрія), визначення вологості (гравіметричний метод), рН-метрія, атомно-абсорбційна спектрофотометрія для визначення важких металів, метод К'ельдаля для визначення загального азоту, фотометричні методи для визначення фосфору та калію, мікробіологічні методи посіву на селективні середовища.

Статистична обробка результатів проводилась з використанням програмного пакету STATISTICA 10.0, достовірність відмінностей оцінювали за t-критерієм Стьюдента при рівні значущості $p < 0,05$.

Динаміка компостування. Моніторинг температурного режиму показав, що у всіх дослідних варіантах спостерігалась типова термофільна фаза з піковими температурами 58-65°C на 7-12 добу. Варіанти з вмістом кукурудзяних наповнювачів 25-50% демонстрували більш стабільний температурний профіль порівняно з контролем. Тривалість активної фази компостування становила 45-60 діб залежно від співвідношення компонентів [4].

Оптимальна вологість компостної маси підтримувалась на рівні 55-65%. Кукурудзяні наповнювачі виявили хороші водоутримуючі властивості, що сприяло рівномірному розподілу вологи у компостній купі та зменшувало потребу в додатковому зволоженні.

Агрохімічні показники компосту. Найвищі показники вмісту поживних елементів отримано у варіанті з 50% вмістом кукурудзяних наповнювачів: загальний азот – 2,1%, фосфор (P_2O_5) – 1,8%, калій (K_2O) – 2,4%, що відповідає вимогам ДСТУ до органічних добрив. Вміст органічної речовини в готовому компості становив 42-48%, що на 15-20% вище порівняно з контрольним варіантом.

Співвідношення C:N у готовому компості знаходилось в оптимальному діапазоні 15-20:1, що свідчить про завершеність процесів гуміфікації. рН середовища складав 7,2-7,8, що є сприятливим для більшості сільськогосподарських культур.

Екологічна безпека. Вміст важких металів (Pb, Cd, Zn, Cu, Ni) у всіх зразках компосту не перевищував гранично допустимих концентрацій згідно з ДСТУ 7369:2013. Санітарно-мікробіологічні дослідження підтвердили відсутність життєздатних яєць гельмінтів та патогенних мікроорганізмів (*Salmonella*, *E. coli*), що свідчить про належне санування компосту під час термофільної фази.

Індекс фітотоксичності готового компосту становив 85-92%, що вказує на його безпечність для рослин. Біотестування на насінні крес-салату показало схожість 94-98% та приріст біомаси на 35-42% порівняно з контролем.

Агрономічна ефективність. Польові досліді з використанням отриманого компосту на тест-культурах (салат, редис) показали збільшення врожайності на 28-35% порівняно з мінеральними добривами. Покращились водно-фізичні властивості ґрунту: пористість зросла на 12%, водоутримуюча здатність – на 18%, щільність знизилась на 8%.

Мікробіологічна активність ґрунту після внесення компосту зросла в 2,3-2,7 рази, що свідчить про активізацію процесів мінералізації та гуміфікації органічної речовини.

Висновки.

1. Відпрацьовані кукурудзяні наповнювачі є перспективною сировиною для компостування, що дозволяє отримати високоякісне органічне добриво з оптимальним вмістом поживних елементів та органічної речовини.

2. Оптимальним співвідношенням компонентів компостної суміші є 50% кукурудзяних наповнювачів та 50% інших органічних відходів, що забезпечує найкращі показники зрілості та агрохімічної цінності компосту.

3. Температурний режим та динаміка компостування з використанням кукурудзяних наповнювачів відповідають санітарним вимогам щодо знешкодження патогенної мікрофлори та насіння бур'янів.

4. Отриманий компост відповідає вимогам екологічної безпеки за вмістом важких металів, патогенної мікрофлори та показниками фітотоксичності.

5. Використання компосту на основі кукурудзяних наповнювачів сприяє підвищенню родючості ґрунту, врожайності сільськогосподарських культур та покращенню його агрофізичних властивостей.

6. Впровадження технології компостування відпрацьованих кукурудзяних наповнювачів дозволить зменшити обсяги органічних відходів на полігонах та забезпечить сільське господарство екологічно безпечними органічними добривами.

7. Економічна доцільність переробки кукурудзяних наповнювачів у компост підтверджується зниженням витрат на утилізацію відходів та можливістю отримання товарної продукції з доданою вартістю.

Практичні рекомендації.

На основі проведених досліджень розроблено технологічний регламент компостування відпрацьованих кукурудзяних наповнювачів для впровадження в господарствах різних форм власності. Рекомендовано використання отриманого компосту в дозі 20-30 т/га під овочеві культури та 15-20 т/га під польові культури.

Результати дослідження можуть бути використані органами місцевого самоврядування при розробці програм поводження з органічними відходами, а також комунальними підприємствами для організації роздільного збору та переробки органічної фракції твердих побутових відходів.

Список використаних джерел

1. Биков М. Компостування: ефективно, екологічно, корисно для ґрунтів / М. Биков // SuperAgronom.com. 2017. 12 черв. URL: <https://superagronom.com/blog/115-kompostuvannya-efektivno-ekologichno-korisno-dlya-gruntiv> (дата звернення: 29.10.2025).
2. Кучерук П. Види органічних добрив, що виробляються в Україні, та їх ринкові ніші / П. Кучерук // Платформа сталого агробізнесу SAF Україна. 2020. 30 берез. – URL: <https://uabio.org/materials/7463/> (дата звернення: 29.10.2025).
3. Ковальов М.М., Мостіпан М.І., Кулик Г.А. Отримання біокомпосту за попередньою обробкою сировини ЕМ-препаратами *Аграрні інновації Рецензований науковий журнал*. №3 2020. Видавничий дім «Гельветика», С.39-44 DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.3.7>
4. Ковальов М.М., Медведєва О.В., Кропівний В.М., Мірзак Т.П. Біодеградація органічних побутових відходів за допомогою вермикомпостування. *Аграрні інновації Рецензований науковий журнал*. №22. 2023. Видавничий дім «Гельветика», С.63-68. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.10>
5. Хазан В.Б., Лівшиць О.К. На шляху до екологічно стійкого використання ресурсів в Україні: проблема накопичення промислових відходів, Дніпропетровськ: Січ, 1999. 27 с.
6. Кривенко С. В. Проблеми вдосконалення системи управління сферою поводження з твердими побутовими відходами: регіональний аспект. *Управління розвитком*. 2015. № 2. С. 12–19.
7. Скіп О. С., Буцяк В. І., Печар Н. П. Технологічні властивості та хімічний склад опалого листя як субстрату для вермікультивування. *Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького*. Львів, 2011. Т. 13, № 2 (48), Ч. 1. С. 466–470.
8. Журавель С.В., Кравчук М.М., Клименко Т.В., Поліщук В.О. Вирощування черв'яків промислового спрямування контейнерним способом в умовах Житомирського Полісся. *Наукові горизонти*. 2020. № 5 (90). С. 22-28. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-90-5-22-28. 7. Скидан О.В. Збір і переробка сміття: екологічні ефекти в аграрному секторі економіки. *Вісник ЖНАЕУ*. Серія «Економіка природокористування та екологічний менеджмент». 2017. № 1(59). С. 148–155.
9. Лінник М.К., Сенчук М.М. Технології і технічні засоби виробництва та використання органічних добрив:[монографія]/ за ред. доктора технічних наук, академіка НААН В.В. Адамчука. Ніжин. Видавець ПП Лисенко М.М., 2012. 248 с.
10. Kovalov M. Development of energy-saving technology of closed production cycle in intensive growing of pleurotus ostreatus and agaricus bisporus mushrooms. / *Theoretical and practical aspects of science development: scientific monograph. Part 1*. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2023. pp.372-404.
11. Сендецький В. М. Технологічні аспекти переробки органічних відходів АПК методом вермікультивування. Івано-Франківськ : Фоліант, 2010. 53 с.
12. Радовенчик В.М., Гомеля М.Д. Тверді відходи: збір, переробка, складування. *Навчальний посібник*, Київ: КОНДОР, 2010, 551 с.
13. Медведєва О.В., Кропівний В.М., Мірзак Т.П. Особливості поводження з твердими побутовими відходами на місцевому рівні. *Дорожня карта реалізації Закону України «Про управління відходами»: збірка матеріалів Національного форуму «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології» (м. Київ, 24–25 листопада 2022 р.)*. К. : Центр екологічної освіти та інформації, 2022. С. 43-44.

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ В ЦЕНТРІ УКРАЇНИ

Н. Умрихін, к.с.-г.н., старший викладач;

В. Волошин, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Сорго це культура майбутнього. В Україні вона набирає все більшої популярності і в умовах посушливого клімату може стати альтернативою соняшнику. Сорго зернове має здатність давати високі врожаї. Культура використовується як продукт харчування людьми, в паперовій промисловості, виготовленні будівельних матеріалів, волоеон для одягу. Фуражне зерно використовується як сировина для виробництва біоетанолу[1].

Сучасні гібриди середньоранньої та ранньої груп стиглості забезпечують високу врожайність, яка не поступається пізній. Також сучасні гібриди кращі за сорти ще й тим, що вони мають більшу стійкість до посухи, до збудників хвороб [2].

Врожайність сорго формується з врахуванням сортових особливостей, їх біологічного і генетичного потенціалу, оптимальних умов росту і розвитку рослин[3, 4].

Як свідчать результати досліджень наукових установ, державного сорто випробування, що гетерозисні форми гібридів сорго, що були створені на стерильній основі набагато продуктивніші за сорти[5].

Метою наших досліджень було дати оцінку вирощування різних гібридів сорго зернового в умовах Центру України.

За результатами наших досліджень, найменша врожайність зерна була у варіанті Стандарт 201 -52,7ц/га, тоді як гібриди забезпечили цей показник на рівні 59,5-63,6ц/га. Значну прибавку нами отримано при вирощуванні гібриду Амігго – 10,9ц/га.

При визначенні маси 1000 зерен варіанти з гібридами також мали вищий показник, що знаходився в межах 28,5-32,0 г, тоді як у Стандарту – 27,5г. Найбільшою масою відзначився гібрид Амігго -32г, а найменшою гібрид Арабеск – 28,5г.

Вологість зерна сорго знаходилася в межах 9,9-11,7%. Всі досліджувані гібриди мали вищий показник.

Провівши розрахунки економічної ефективності встановлено, що вирощування сорго зернового гібриду Амігго забезпечив умовно-чистий дохід 42016,8грн/га, розрахунковий рівень рентабельності 150% з собівартістю продукції 439,4грн.

Таким чином, за даними наших досліджень, встановлено, що гібриди сорго зернового, які були поставлені на вивчення забезпечили кращі показники формування врожайності культури відносно Стандарту 201. Гібрид Амігго мав більшу врожайність зерна, кращі структурно-морфологічні та економічні показники.

Список використаних джерел

1. Сторожик Л.І. Агробіологічні основи формування агрофітоценозів сорго цукрового як біоенергетичної культури в Степу та Лісостепу України: Монографія. Вінниця ТОВ «ТВОРИ» 2018. 264 с.
1. Маслак О. Перспективне сорго. <http://www.agro-business.com.ua>
2. Сторожик Л.І., Терещенко І.С., Завгородня С.В., Кулик Г.А., Серeda В.І. Формування продуктивності сорго цукрового залежно від прояву аделопатично активних речовин культури : монографія. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2025. 198 с.
3. Правдива, Л. А., Гончарук, Г. С., & Кулик, Г. А. Особливості формування продуктивності сорго звичайного двокольорового (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) та соризу (*S. orysoïdum*) залежно від строків сівби насіння в умовах західної частини Лісостепу України. *Новітні агротехнології*, 20233. 11(2).
4. Федорчук М.І., Коваленко О.А., Гавриш В.І. та ін. Енергетична оцінка технології вирощування сорго в умовах півдня Миколаївської області. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 4.

ЕФЕКТИВНІСТЬ МІКРОДОБРИВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В ЦЕНТРИ УКРАЇНИ

Г. Кулик, к.с.-г.н., доцент;

А. Дахно, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Мікроелементи мають важливе значення у формуванні врожайності і якості коренеплодів цукрових буряків. Їх дефіцит у ґрунті веде до зменшення продуктивності, більше реагують на умови зовнішнього середовища. Мікроелементи підвищують імунітет рослин і таким чином збільшують врожайність культури.

За допомогою листового підживлення мікродобривами рослини краще засвоюють поживні елементи, сонячну енергію, вологу, стають більш стійкими до посухи, враженості хворобами, розвивають потужну кореневу систему і т.д. [1,2].

Відомо, рослини використовують мікроелементи в невеликих кількостях, але здатні виконувати досить важливу роль в житті рослин і незамінними. Як свідчать результати досліджень, при врожайності 40 т/га бурякам необхідно до 137г/га заліза, марганцю до 120г/га, бору до 116г/га, до 95 г на га міді [3,4].

Ми проводили дослідження з метою визначити мікродобрива, які найбільш ефективні при вирощуванні цукрових буряків в умовах конкретного господарства.

Найбільш ефективним є внесення препаратів у період фази формування 4-бсправжніх листків у буряків, тому що асиміляційна площа здатна в цей період засвоїти більше елементів живлення

Урожайність коренеплодів та їх цукристість є основними показниками вирощування цукрових буряків.

За середніми показниками урожайності коренеплодів контрольний варіант був на рівні 38,7 т/га, а при застосуванні мікродобрив вона збільшилася і була в межах 41,0-44,1 т/га. Прибавка становила 2,3-5,4 т/га. Слід зауважити, що найбільший показник врожайності коренеплодів ми отримали при підживленні мікродобривом Еколист -РК-1-44,1т/га, а найменшою вона була у варіанті з використанням мікродобрива Акварин буряковий.

За даними цукристості варіант без мікродобрив забезпечив її на рівні 17,2%, а варіанти з підживленням мікродобривами в межах 17,5 - 17,7%, де прибавка відносно контролю була 0,3-0,5%. Найкращий показник цукристості коренеплодів забезпечив варіант із мікродобривом Еколист -РК-1, який склав 17,7%.

Підсумковим показником продуктивності коренеплодів є збір цукру. За нашими даними, мікродобрива забезпечили більший збір цукру ніж у контролі. Застосування мікродобрива Еколист -РК-1 було більш ефективним і забезпечив 7,80 т/га збору цукру.

Отже, застосування хелатних добрив при вирощуванні цукрових буряків зменшує дефіцит мікроелементів, забезпечує кращому засвоєнню поживних речовин та як наслідок підвищується продуктивність культури.

Список використаних джерел

1. <https://landlord.ua/agrolife-en/mikroelementi-v-zhivlenni-roslin-znachennya-rol-ta-efektivne-zastosuvannya/>
2. Жердецький І.М. Мікроелементи в житті рослин. Агроном. 2009. № 4. С. 28–30.
3. Роль елементів живлення у вирощуванні цукрових буряків. <http://www.ukrsugar.com/uk/post/rol-elementiv-zivlenna-u-virosuvanni-cukrovih-burakiv>
4. Шпаар Д. Цукрові буряки: вирощування, збирання, зберігання. Київ. 2005.192с.

ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРМОВИХ БУРЯКІВ В УМОВАХ ЦЕНТРУ УКРАЇНИ

Г. Кулик, к.с.-г.н., доцент;

О. Дмитренко, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Кормові буряки важлива кормова культура, незамінний продукт для тваринництва. Коренеплоди мають добрі смакові якості, їх використовують як соковитий корм для худоби, птиці, кролів, свиней. Коренеплід містить вітаміни, мінеральні речовини, вуглеводи, які допомагають кращому перетравлюванню і засвоюванню кормів. За рахунок застосування кормових буряків підвищується продуктивність тварин.

Підвищення врожайності і якісних властивостей культури є важливим питанням, яке можна вирішити багатьма способами і одним з яких є використання регуляторів росту. Це препарати, які є дешевими у використанні і в малих дозах можуть забезпечувати підвищення продуктивності польових культур[1,2].

Багаторічними дослідженнями встановлено, що застосування регуляторів росту при вирощуванні кормових буряків забезпечує прибавку врожайності коренеплодів від 0,6 до 0,9 т/га[3-7].

Метою наших досліджень було визначити ефективність регуляторів росту рослин при вирощуванні кормових буряків.

За рівнем врожайності, в середньому за роки досліджень, варіанти з регуляторами росту сорту Бригадир мали показники 55,4-58,7т/га, а сорту Бурштин 52,2-55,3 т/га, тоді як у контролі 52,0 та 49,5т/га відповідно. Слід відмітити, що регулятор росту Біолан сорту Бригадир забезпечив прибавку врожайності коренеплодів на 6,7т/га до контролю, а у сорту Бурштин на 6,1т/га.

Вміст сухої речовини досить важливий показник продуктивності коренеплодів. За роки досліджень він збільшився за допомогою регуляторів росту у сорту Бригадир - 11,5-12,8%, а у сорту Бурштин 10,8-12,1%. Кращим вміст сухої речовини був варіанті з регулятором росту Біолан на двох сортах був майже однаковим – 12,8-12,1%.

Отже, за результатами проведених досліджень бачимо, що застосування регуляторів росту рослин при вирощуванні кормових буряків забезпечує збільшення показників продуктивності коренеплодів.

Список використаних джерел

1. Кулик Г.А., Трикіна Н.М. Ефективність регуляторів росту при формуванні продуктивності кормових буряків в умовах Степу України. Таврійський науковий вісник № 137, 2024. С.117-124.
2. Макрушин М.В. Регулятори росту – важливий резерв підвищення врожайності. Пропозиція.2003. №2. С.71-73.
3. <http://uapatents.com/4-41612-sposib-zbilshennya-vrozhav-koreneplodiv-ta-nasinnya-cukrovikh-i-kormovikh-buryakiv.html>.
4. Кулик Г., Москаленко М. Застосування регулятора росту Біолан на посівах цукрових буряків. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології агропромислового виробництва» 17-18 листопада 2022 року – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. С.125-126.
5. Кулик Г.А., Резніченко В.П., Трикіна Н.М., Малаховська В.О. Ефективність застосування регуляторів росту при вирощуванні цукрових буряків у Центральній Україні/ Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава: ПДАА, 2020. №2(97). С. 43-49.
6. Кулик Г. А., Трикіна Н. М., Малаховська В. О. Формування продуктивності цукрових буряків при застосуванні регулятора росту Біолан в Центральній Україні. Вісник ПДАА. 2022. № 1. С. 55–61.
7. Олексій Л.М. Регулятори росту в інтенсивній технології вирощування цукрових буряків. Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. – 2012. Вип. 14. С. 306–309.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В УМОВАХ ЦЕНТРУ УКРАЇНИ

Г. Кулик, к.с.-г.н., доцент;

Д. Кравченко, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Забур'яненість посівів сільськогосподарських культур є однією з гострих проблем в аграрному секторі. Вони завдають значних втрат врожаю, які досягають до 30%, а при значному забур'яненні до 50 -100%. При кількості бур'янів від 50 до 100 шт/м² вони виносять до 450-700 кг/га поживних елементів з ґрунту в перерахунку на мінеральні добрива [1-3].

Сучасні технології вирощування цукрових буряків вимагають від системи застосування гербіцидів надійного асортименту для повного знищення бур'янів протягом всього періоду вегетації. Щоб забезпечити чистоту полів в регіонах в різні роки за погодними умовами гербіциди повинні бути високоселективними і ефективними. Ці препарати не повинні залежати від ґрунтово-кліматичних умов[4].

Тому нами був закладений дослід по вивченню впливу сумішей гербіцидів на чисельність бур'янів в посівах цукрових буряків і підвищення продуктивності культури.

Урожайність цукрових буряків у варіанті без застосування заходів боротьби з бур'янами склала лише 11,9 т/га, а у гербіцидних варіантах була 40,1 – 43,1 т/га, що на 28,2-31,2 т/га більше забур'яненого контролю. Найбільшу прибавку серед варіантів з гербіцидами ми отримали при застосуванні суміші Бетарен Супер МД, КЕ +Форвард, МЕ - 31,2т/га.

В чистому від бур'янів контролі урожайність коренеплодів була більшою і склала 44,8 т/га, що дало прибавку в 32,9 т/га відносно контролю.

За показниками цукристості коренеплодів вона більша у варіантах із застосуванням гербіцидів і у чистому контролі, яка коливалася в межах 17,6-17,7%, тоді як у забур'яненому варіанті лише 11,0%.

За збором цукру найефективнішим був варіант, де використовували суміш гербіцидів Бетарен Супер МД, КЕ +Форвард, МЕ, який склав 7,56т/га. У чистому усю вегетацію від бур'янів контролі збір цукру був максимальним і склав 7,92 т/га. Решта варіанти з гербіцидами мали дещо менший показник. Різниця між варіантами по збору цукру залежала в основному від рівня врожайності коренеплодів.

Таким чином, послідовне обприскування посівів цукрових буряків сумішшю гербіцидів, що вивчалися зменшували кількість бур'янів і тим самим забезпечили суттєве підвищення продуктивності коренеплодів. Найбільшу ефективність проявила суміш гербіцидів Бетарен Супер МД, КЕ +Форвард, МЕ.

Список використаних джерел

1. Бондарчук А.В. Небезпечні конкуренти. Цукрові буряки. 2001. № 5(23). С. 18-20.
2. Єщенко В.О. Бур'яни та боротьба з ними. Навчальний посібник з гербології. Вінниця: ФОП Рогальська О.І., 2019. 158с.
3. Ащепа О.В., Кулик Г.А.. Вплив гербіцидів на забур'яненість посівів та продуктивність цукрових буряків. Збірник тез доповідей за підсумками студентських, магістрантських, аспірантських наукових досліджень та наукових досліджень викладачів на XLV науковій конференції студентів і магістрантів. Кіровоград 2011. С. 899-902.
4. Кулик Г.А., Малаховська В.О. Вплив сумішей гербіцидів на забур'яненість посівів і продуктивність цукрових буряків. Theoretical approaches of Fundamental Sciences. Theory, Practice and prospects. Abstracts of XI International Scientific and Practical Conference. Geneva, Switzerland 2021. С. 19-21.

ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ КОРМОВИХ БУРЯКІВ ЗАЛЕЖНО ВІД РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ В ЦЕНТРІ УКРАЇНИ

Г. Кулик, к.с.-г.н., доцент;

А. Лукашов, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Кормові буряки характеризуються високими смаковими якостями, що гарно засвоюється і поїдається тваринами. Так, один центнер має до 12-15 корм.од., вуглеводів – 9%, протеїну – 1,1-1,5%, а коефіцієнт перетравлюваності 96-98%. Вони мають врожайність, яка досягає 60-80т/га, а деколи до 100-150т/га[1].

Регулятори росту забезпечують активне проходження життєвих процесів у рослинах. Вони регулюють ростові процеси, підвищують врожайність, покращують якість вирощеної продукції, гарантують стійкість до шкідливих впливів навколишнього середовища і ін. Регулятори росту здатні на 15-20% підвищити врожайність культур, на 20-25% зменшити норму пестицидів без зменшення їх дії [2-5].

Ми ставили за мету визначити вплив регуляторів росту на формування врожайності кормових буряків

Відомо, що регулятори росту рослин забезпечують збільшення врожайності культури. За роки досліджень контрольний варіант мав урожайність коренеплодів на рівні 50,9 т/га, а при застосуванні препаратів показник збільшився на 1,8-5,4 т/га. Ефективнішим, за період досліджень, був варіант із застосуванням регулятора росту Біолан, де урожайність склала 56,3 т/га.

Нагромадження сухої речовини в коренеплодах культури відбувається в основному у другій половині вегетаційного періоду. В середньому за роки проведення досліджень, показник вмісту сухої речовини в коренеплодах контрольного варіанту склав 11,8%, а при внесенні регуляторів росту збільшився на 0,5-2,0%. Такі регулятори росту як Бетастимулін та Експерт Гроу мали найменший вміст сухої речовини, що становили відповідно 12,3 та 12,4%. Найвищим він зафіксований при обробці вегетуючих рослин Біоланом, який становив 13,8%.

Збір сухої речовини це розрахунковий показником, рівень якого залежить від показників врожайності та вмісту сухої речовини в коренеплодах. Згідно середніх показників, контрольний варіант мав збір сухої речовини 6,01 т/га, у еталонного варіанту – 6,47 т/га, а у досліджуваних в межах 6,87-7,75 т/га. Найбільший показник забезпечив варіант з обприскуванням посівів регулятором росту Біолан, який становив 7,75 т/га.

Отже, найкращою ефективністю відмітився варіант із застосуванням регулятора росту Біолан - 30 мл/га, який забезпечив найвищі показники урожайності та вмісту сухої речовини в коренеплодах.

Список використаних джерел

1. Мотрук, І. Н. Кормові буряки: біологія, технологія. К.: Урожай, 2001. 232 с.
2. Пономаренко С.П. Українські регулятори росту рослин. Елементи регуляції в рослинництві. Київ: ВВП Компас, 1998. С.10 - 46.
3. Черемха Б.М. Особливості застосування регуляторів росту рослин та їх ефективність. Пропозиція. 2001. №2. С. 16-17.
4. Ткачук О.О. Екологічна безпека та перспективи застосування регуляторів росту рослин. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2014. № 3. С.41-44.
5. Кулик Г. А. Ефективність застосування регуляторів росту при вирощуванні кормових буряків. Вісник Степу. Науковий збірник. Вип. 14. Кропивницький : ТОВ "КОД", 2017. С. 69-73.

ВПЛИВ ГЕРБИЦИДІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В УМОВАХ ЦЕНТРУ УКРАЇНИ

Г. Кулик, к.с.-г.н., доцент;

О. Серeda, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Бур'яни завдають великої шкоди сільськогосподарським культурам і в більшості це пов'язано з недотриманням сівозмін, застосування добрив, систем обробітку ґрунту та заходів захисту від шкідливих об'єктів. Найбільш чутливі до забур'яненості просапні культури і зазнають значних втрат врожайності. Особливо найбільших втрат продуктивності через забур'яненість мають цукрові буряки [1].

Згідно наукових досліджень, до 8,0% насіння бур'янів проростає з верхнього шару ґрунту і має тривалий період проростання, тому не завжди є можливим провести захисту культури [2].

В початковий період вегетації цукрові буряки мають слабкі рослини і не можуть конкурувати з бур'янами. Бур'яни здатні суттєво зменшити врожайність коренеплодів. Як стверджує О.О. Іващенко, бур'яни здатні всередині вегетації на зріджених посівах зменшити врожайність на 40 і більше відсотків[3-5].

Одним з дієвих заходів захисту польових культур від бур'янів є застосування гербіцидів. Нами вивчалось питання захисту цукрових буряків від бур'янів за допомогою сумішей гербіцидів та кількості обробок.

Метою наших досліджень було встановити найбільш ефективну суміш гербіцидів, яка забезпечить зменшення забур'яненості посівів цукрових буряків і збільшення продуктивності коренеплодів.

Згідно наших даних, за роки досліджень, найбільшу врожайність забезпечила суміш гербіцидів Бельведер форте + Тореро, яка становила 44,4 т/га. Дещо меншу урожайність отримали у варіанті з обприскуванням Бельведер форте+Нортрон – 43,1т/га. У варіантах з Бельведер форте+Карібу і Бельведер форте+Пірамін Стар урожайність коренеплодів була приблизно однаковою 42,1 та 42,2 т/га відповідно.

Важливим показником при вирощуванні цукрових буряків є їх цукристість. За даними цього показника досліджувані варіанти забезпечили цукристість 17,4-17,6% і відносно забур'яненого контролю, це склало прибавку у 7,1-7,3%. За період проведення досліджень цукристість коренеплодів максимальною була у контролі чистому всю вегетацію та при обприскуванні сумішшю гербіцидів Бельведер форте+Тореро – 17,6%.

Не менш важливим показником продуктивності цукрових буряків є розрахунковий збір цукру з одиниці площі. Максимальний збір цукру отримали у варіанті із застосуванням суміші гербіцидів Бельведер форте + Тореро, що склало 7,79 т/га і це було на 6,70т/га більше забур'яненого контролю та на 0,17т/га менше чистого.

На основі проведених досліджень, можна зробити висновок, що застосування сумішей гербіцидів Бельведер форте+Тореро в боротьбі з бур'янами забезпечує чистоту посівів цукрових буряків і збільшення продуктивності коренеплодів.

Список використаних джерел

1. Іващенко О. О. Бур'яни в агрофітоценозах. Проблеми практичної гербології. К., 2001. 234 с.
2. Манько Ю.П. Проблема потенційної забур'яненості ріллі та напрями її вирішення в землеробстві. Мат.конференції. Особливості забур'янення посівів і захист від бур'янів в сучасних умовах. Київ, Світ, 2000. С.18-12.
3. Іващенко О.О. Чисті посіви. Захист рослин. 2001. № 6. С. 8-10.
4. Косолап М.П. Гербологія / М.П. Косолап. – К.: Арістей, 2004. – 364 с.
5. Бур'яни в землеробстві України: прикладна гербологія: навч. посібник / [І.Д. Примак, Ю.П. Манько, С.П. Танчик та ін.]. – Біла Церква: БДАУ, 2005. – 664 с.

УНІВЕРСАЛЬНА КУЛЬТУРА АМАРАНТ

В. Резніченко, к.с.-г.н, доцент;

В. Аксьонов, студент;

Ю. Кукурудза, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Однією з ключових проблем для аграрного виробництва в умовах Північного Степу України є кліматичні зміни, що зумовили трансформацію помірної зони у регіон ризикованого землеробства. Унаслідок цього постає необхідність у доборі культур, здатних витримувати екстремальні погодні умови - зокрема приморозки, посуху та дефіцит вологи як у ґрунті, так і в атмосфері - і водночас забезпечувати стабільно високі врожаї зеленої маси та зерна.

До таких перспективних, нетрадиційних культур належить амарант - псевдозлак, що характеризується комплексом господарсько цінних властивостей. Серед основних переваг культури виділяють високу посухостійкість, адаптивність до різних ґрунтово-кліматичних умов, низьку норму висіву, інтенсивний ріст, стійкість до хвороб і шкідників, а також значну урожайність і добру якість як зеленої маси, так і зерна.

Амарант є універсальною культурою, що знаходить широке застосування у харчовій, кормовій, фармацевтичній та декоративній сферах. Його зерно вирізняється високою поживною цінністю завдяки значному вмісту білка та сквалену - біологічно активної сполуки з бактерицидними й протипухлинними властивостями. Зелена маса використовується як цінний кормовий ресурс - як у чистому вигляді, так і в сумішах із бобовими чи злаковими культурами, покращуючи протеїновий склад силосу. Після відповідної обробки біомаса слугує сировиною для виробництва білково-вітамінних концентратів або високобілкового борошна.

Отже, дослідження впливу удобрення на продуктивність амаранту в умовах Північного Степу України є актуальним і має важливе практичне значення для розроблення адаптивних технологій його вирощування.

Амарант (*Amaranthus spp.*) - високопродуктивна культура, яка відзначається високою харчовою, кормовою та енергетичною цінністю [1, 2].

Культура здатна формувати стабільні врожаї навіть за посухи, що відповідно робить її перспективною для вирощування в умовах кліматичних змін, оскільки за рахунок розвиненій кореневій системі вона ефективно використовує вологу з нижчих шарів ґрунту та проявляє стійкість до високих температурних режимів і нестачі опадів.

Висока продуктивності амаранту можлива за умов раціонального живлення посівів і для оптимального росту й розвитку необхідно визначати потребу амаранту в макро- та мікроелементах, і здійснювати своєчасне коригування системи удобрення згідно до фази вегетації, оскільки застосування збалансованого внесення добрив забезпечує підвищення коефіцієнта використання поживних речовин, покращує фотосинтетичні процеси, а також сприяє формуванню насіння з високими показниками білку та олії [3-22].

Численні дослідження свідчать, що удобрення має великий вплив на формування урожайності і якісні показники продукції амаранту. Ефект від використання удобрення залежить від ґрунтово-кліматичних умов, рівня вмісту в ґрунтах елементів живлення та технології вирощування. Встановлено, що внесення мінеральних і органічних добрив забезпечує максимальний рівень продуктивності амаранту, але як надмірна кількість азоту призводить до зниження якісних показників насіння та зменшення стресостійкості в посівах досліджуваної культури. [23-25].

Метою досліджень було розробити науково - обґрунтовані рекомендації сільськогосподарському виробництву для підвищення продуктивності амаранту, через визначення оптимального удобрення в умовах Північного Степу України.

Амарант багатofункціональна культура, її використовують на корм, зерно, як технічну, харчову, лікарську та овочеву культуру. Його зелена маса, урожайність якої може сягати 100 т/га, використовується у тваринництві - як у свіжому вигляді, так і для заготівлі силосу, часто в суміші з іншими культурами. Також із неї виготовляють білково-вітамінне борошно та концентрати. Білок, що міститься в зеленій масі, має високу харчову цінність.

Зерно амаранту, з урожайністю до 30 ц/га, є джерелом білкового концентрату. Його білок, вміст якого становить 14-19%, та відзначається високим вмістом незамінних амінокислот у добре збалансованих пропорціях, що забезпечує йому високу поживну цінність. З амарантового зерна також отримують цінну олію з низкою корисних властивостей, зокрема бактерицидною та протипухлинною дією. До того ж олія містить до 8% сквалену - високоненасиченого вуглеводню, який сприяє загоєнню ран і регенерації тканин, що робить цю речовину затребуваною в медицині та парфумерії.

Окрім того, амарантове зерно містить унікальний крохмаль із дрібними гранулами, що відкриває широкі перспективи його використання в косметичній промисловості. Амарант активно застосовується у харчовому виробництві в багатьох країнах. Декоративні сорти з яскравим багряним листям і великими суцвіттями часто використовують для озеленення парків і ландшафтного дизайну.

В наших дослідженнях ми звернули увагу, як впливає удобрення та способи сівби на врожайність зеленої маси амаранту (табл. 1)

Таблиця 1

Врожайність зеленої маси амаранту сорту Ацтек залежно від удобрення, т/га,

Фактор А Удобрення	Фактор В Способи сівби							
	рядковий 15 см				широкорядний 45 см			
	2024 р	2025 р	середнє	приріст до контролю	2024 р	2025 р	середнє	приріст до контролю
Без добрив	19,7	23,8	21,8	-	23,2	26,3	24,8	-
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	22,8	25,4	24,1	2,3	25,1	30,1	27,6	2,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	24,7	29,1	26,9	5,1	31,7	34,8	33,3	8,5
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	23,6	27,7	25,7	3,9	29,8	33,4	31,6	6,8

Показники урожайності зеленої маси у 2025 року переважали над показниками у 2024 року, тому що у 2024 році спостерігалася посуха.

Так, на варіантах контролю без удобрення за рядкового способу сівби, в середньому, по роках досліджень, урожайність зеленої маси була в межах 21,8 т/га, тоді за широкорядного способу сівби показник урожайності зеленої маси зросла на 3,0 т/га.

На ділянках за удобрення у дозі N30P60K60 спостерігався приріст зеленої маси у порівнянні до ділянок контролю в межах 2,3 т/га (рядкові посіви) та 2,8 т/га (широкорядні посіви).

Внесення мінеральних добрив у дозі N60P60K60, сприяло максимальному формуванню зеленої маси за обох способів сівби, але широкорядний переважав над рядковими посівами, що відповідно було вищим на 6,4 т/га.

Збільшення дози азоту до 120 кг/га на тому ж фосфорно-калійному фоні сприяло формуванню врожайності амаранту на рівні $N_{60}P_{60}K_{60}$, але було дещо нижчим в межах 4,46 – 5,11%.

Оптимальними, склалися умови за внесення удобрення у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$, що дозволило наростити амаранту зеленої маси в межах 33,3 т/га що було вищим від контролю на 8,5 т/га.

Отже, на урожайність зеленої маси амаранту мали вплив мінеральні добрива та способи сівби. Так, оптимальні умови сформувалися на ділянках за удобрення у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ при широкорядному способу сівби, що забезпечили урожайність зеленої маси 33,3 т/га, що перевищувало інші варіанти дослідів, в тому числі і контроль на 8,5 т/га.

Список використаних джерел.

1. Дудка М. Перспективи використання амаранту в кормовиробництві північного Степу України. Селекція, насінництво, технології вирощування круп'яних та інших сільськогосподарських культур: досягнення і перспективи : зб. наук. праць II міжнар. наук.-практ. конф. 25–26 квітня 2016 р. (ПДАТУ, м. Кам'янець-Подільський). Тернопіль : Крок, 2016. С. 233–236
2. Овсієнко С.М., Соломон А.М. Амарант: практичні аспекти використання : Вінниця: ТОВ «Друк», 2022. 151 с
3. Войташенко Д. П. Оптимізація елементів технології вирощування амаранту зернового напрямку в умовах південного Степу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Херсонський держ. аграр. ун-т. Херсон, 2008. 16 с
4. Гонцій Т. Амарант – культура великих можливостей //Пропозиція.– 1997.– №10 – С. 18-19.
5. Федоров И. А., Павлова П.А. Амарант для северных полей // Земледелие.– 1999.– № 2.– С. 27.
6. Високоолійні сорти амаранту. URL: <http://amaranth-association.com/>
7. Капустіна К. Вирощування амаранту. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/530-viroschuvannya-amarantu>
8. Рахметов Д., Рибалко Я. Амарант знову нагадує про себе. URL: <https://propozitsiya.com/ua/amarant-znovu-nagaduie-pro-sebe-0>
9. Ронська Н. Високоолійні сорти амаранту. URL.: <http://amaranthassociation.com>
10. Гонцій Т.І., Воронков М.Ф., Бобро М.А. Амарант: селекція, генетика та перспективи вирощування: монографія. Харків: ХНАУ, 2018. 362 с.
11. Демидась Г.І., Слюсар І.Т. Нетрадиційні кормові культури. К.: НУБіП України, 2019. 190 с.
12. Гонцій Т.І. Амарант: біологія, вирощування, перспективи використання, селекція: монографія. Харків. 1999. 273 с.
13. Saunders R.M., Becker R. Amaranthus: A potential food and feed resource. Advances in cereal science and technology. 1984. V. 6. P. 357-386.
14. Амарантова хвиля: в Україні зростають площі під посівами амаранту. URL: <https://agroday.com.ua/2019/10/30/amarantova-hvylya-v-ukrayinizrostayut-ploshhi-pid-posivamy-amaratnu/>
15. Хазем Калаи Х., Боса К., Гроховска А. Щирица (амарант) – одна из первых сельскохозяйственных культур, выращиваемая человеком. Зерно. Журнал сучасного агропромисловця. 2010. № 7. URL: <https://www.zernoua.com/journals/2010/iyun-2010-god/shchirica-amarant-odna-izpervyhselskohozyaystvennyh-kultur-vyrashchivaemaya-chelovekom/>.
16. Хохлачов В.В. Хліб на день прийдешній : секрет амаранту. Вісник Академії наук України. 1992. № 2. С. 16–22.
17. Устименко Б.И. Амарант – кладовая протеина. Перша Всеукраїнська науково-практична конференція по проблемі вирощування, переробки і використання амаранту на кормові, харчові і інші цілі: тез. доп. Вінниця, 1995. С. 23.
18. Grubben G.J.H., Sloten D.H. Genetic resources of amaranth: A global plan of action. AGP:IBPGR/80/2. Int. Board for Plant Genet. Resources. FAO. Rome, Italy. 1981. 57 p.
19. Kulakow P.A., Jain S.K.J. Grain amaranth crop species, evolution and genetics. In: Proc. Fourth Amaranth Conf. Minnesota. Agr. University Minnesota, St Paul. 1990.
20. Tucker J.B. Amaranth: the once and future crop. Bioscience. 1986. № 36. P. 59-60.
21. Williams J.T., Brenner D. Grain amaranth (Amaranthus species). Cereals and pseudocereals. Chapman and Hall, London. 1995. P 129–186.
22. Baltensperger D. Nebraska proso, sunflower and amaranth variety tests. David and Frickel Glen. 1991. 13 p.
23. Рахметов Д., Рибалко Я. Амарант знову нагадує про себе. Пропозиція. 2005. № 2. С. 67–68.
24. Рудишин В. К., Дерев'янський В. П., Молдован В. Г. Ріст та розвиток рослин амаранту волотистого залежно від строку посіву Проблеми вирощування, переробки і використання амаранту на кормові, харчові і інші цілі : матеріали Першої Всеукр. наук.-практ. конф. Вінниця, 1995. С. 49–50.
25. Ковбасюк П. Амарант в інтенсифікації кормовиробництва. Пропозиція. 2002. № 10 С. 38–39.

ВЛИВ СОРТУ ТА УДОБРЕННЯ НА ВИЖИВАНІСТЬ В ПОСІВАХ НУТУ

В. Резніченко, к.с.-г.н, доцент;

К. Корнієнко, студент;

О. Андріянов, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Однією з посухостійких сільськогосподарських культур в групі зернобобових є нут. Він поширений у світі за вдяки тому, що здатен накопичувати у зерні значну кількість білків, та посідає за цим показником серед інших зернобобових культур четверте місце після сої, квасолі та гороху. Його зерно містить до 30% білка, який за якістю наближається до яечного. Крім того, зерно містить до 8% олії, до 7% клітковини, до 60% вуглеводів, до 5% мінеральних речовин, багато вітамінів А, В1, В2, В3, С, В6, РР. Біологічна цінність білка досягає до 78%, коефіцієнт перетравності – 80-83%. За статистичними даними світові площі посівів нуту складають в межах 10 млн га.

За урожайності нуту 2,0 т/га виносить з 1 га ґрунту: 106 кг - азоту (N); 36 кг - фосфору (P); 150 - калію (K); 23 кг - магнію (Mg).

Тому вивчення впливу таких агроприйомів, як визначення оптимальних доз мінеральних добрив на сорти нуту в умовах північного Степу України є актуальним.

Сучасні світові тенденції сприяють зростанню попиту на високобілкові культури і нут (*Cicer arietinum* L.) наразі розглядають як одну із перспективних зернобобових культур для території України. Завдячуючи високій кількості білка, його біологічній цінності, а саме посухостійкості та здатності фіксувати атмосферний азот, культура має харчове, та і агроекологічне значення. Тому, останніми десятиліття українські науковці приділяють активну увагу аналізу складу нуту, його поживним властивостям, технології вирощування, а також можливостям розширення впровадження культури у виробництво у різних регіонах України.

Проведені дослідження Мойсієнка В.В. [1], свідчать, що зерно нуту в своєму складі містить від 18 до 25% білка, що збалансований за амінокислотним складом і має високу біологічну цінність, оскільки містить всі незамінні амінокислоти, що робить його важливою складовою в харчуванні, особливо у веганських та дієтичних раціонах. Також, важливо відзначити, що після термічної обробки після приготування біодоступність нутрієнтів залишається високою [2].

У складі нуту міститься значна кількість клітковини в межах 10 %, вуглеводи складної структури та помірна кількість жирів від 4 до 7 %, що дозволяє підтримувати енергетичний баланс та сприяє покращенню травлення.

У дослідженнях Шпак Л.О. [3], відзначається, що у своєму складі нут має високу концентрацію таких елементів як залізо, цинк, магній, фосфор та калій, що робить його важливою складовою профілактичного харчування.

Висока посухостійкість притаманна культурі нуту, що пояснюється глибокопроникаючою кореневою системою, а також проявляє здатність ефективно застосовувати вологу ґрунту.

Це доводять у своїх дослідженнях Січкарь В.І. [2] і Мельник А. В. [4], і за рахунок цієї властивості нут є особливо цінним для районів Південного Степу України, оскільки спостерігається дефіцит за волозabezпеченням.

Коваленко О.П., стверджує, що нут суттєво збагачує ґрунт азотом, завдяки симбіотичній діяльності, що сприяє зв'язуванню атмосферного азоту за участю бульбочкових бактерій, та сприяє зменшенню у потребі в мінеральних добривах для

наступних культур у сівозміні, що робить культуру невід’ємною частиною екологічно збалансованої сівозміни [5].

Гончар М.В. [6], встановив, що виробництво нуту за останні роки демонструє стабільне зростання, зосереджуючи свої потужності у південних та центральних регіонах країни.

Нут є культурою, що перспективна у плані експорту, оскільки має високий попит на світовому ринку рослинного білка.

Метою досліджень було розробити науково - обґрунтовані рекомендації сільськогосподарському виробництву для підвищення урожайності нуту, за рахунок визначення оптимальних доз мінеральних добрив в умовах Північного Степу України

Нут цінна зернобобова культура, в його насінні міститься висока кількість білка, а культура є невибагливою до родючості ґрунтів і має високу посухостійкість, що на сьогоднішній день набуває особливого значення в сучасних умовах посушливого та нестійкого за вологозабезпеченням клімату.

В нашому дослідженні ми звернули увагу виживаність в посівах нуту, та встановили, що цей показник залежав від гідротермічних умов, сорту та удобрення протягом вегетаційного періоду (табл. 1).

Аналізуючи одержані данні, нами було встановлено, що показники 2024 року були меншими у порівнянні до показників 2025 року, оскільки в 2025 році були більш сприятливими гідротермічні показники, що відповідно відобразилося на досліджуваному параметрі.

Таблиця 1

Вплив сортових особливостей і рівня удобрення на виживання рослин нуту, %

Фактор А Сорт	Фактор В Добрива	2024 р	2025 р	Середнє
Буджак	Контроль (без добрив)	65,5	78,9	72,2
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	86,8	80,6	83,7
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	87,5	82,2	84,9
Степовий Велет	Контроль (без добрив)	66,8	84,1	75,5
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	80,2	81,9	81,1
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	85,4	86,2	85,8
Кіра	Контроль (без добрив)	69,3	80,9	75,1
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	85,9	83,1	84,5
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	89,3	87,8	88,6

Так, сорт Буджак на ділянках контролю, в середньому по роках забезпечив виживаність в межах 72,2 %. Важливо відмітити, що на контрольних варіантах показники були найнижчими по всіх досліджуваних сортах, але у Буджака був найнижчим.

Застосування мінеральних добрив позитивно відобразилося на виживаності культури протягом вегетаційного періоду.

Так, застосування добрив у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$, за вирощування сорту Буджак, забезпечило виживаність у межах 83,7 %, що було вищим від контролю на 11,5%.

При використанні мінерального удобрення у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ виявлено приріст виживаності у досліджуваного сорту на 12,7%, у порівнянні до ділянок без удобрення.

Аналогічна тенденція спостерігалася і двох інших досліджуваних сортів.

Так, сорт нут Степовий Велет забезпечив підвищені показники виживаності у порівнянні до сорту Буджак. На варіантах без удобрення у Степового Велета зафіксовано показник виживаності в межах 75,5 %, що було вищим від Буджаку на 3,3%. На ділянках, де використовували удобрення спостерігалися показники за виживаністю у сорту Степовий Велет, що було на рівні Буджаку - 81,1%. Тоді як, внесення удобрення у дозі за $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечило виживаність в межах 85,8 %, та було вищим від аналогічних ділянок з сортом Буджак на 0,9%.

Аналізуючи проведені дослідження та данні які були отримані, можемо сказати, що максимальну виживаність зафіксовано на ділянках, де вирощували сорт нуту Кіра.

Так, варіанти без удобрення досліджуваний показник склав, в середньому по роках, 75,1%.

Особливо відчутним був приріст на варіантах, за застосування мінерального підживлення, що в свою чергу, в середньому по роках, забезпечило виживаність в межах 84,5 % ($N_{30}P_{60}K_{60}$) та 88,6% ($N_{60}P_{60}K_{60}$), що було відповідно вищим від попередніх двох сортів на 0,8% та 3,7% (Буджак) і 3,4% та 2,8% (Степовий Велет).

Оптимальними виявилися ділянки за вирощування сорту Кіра за удобрення у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$, що в середньому за роки досліджень, забезпечили максимальну виживаність в межах 88,6%.

Отже, максимальна виживаність рослин нуту перед збиранням зафіксована у сорту Кіра за удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$, в межах 88,6 % і було вищим від двох інших сортів відповідно на 3,4 % (Буджак) та 2,8 % (Степовий Велет).

Список використаних джерел

1. Мойсієнко В. В. Хімічний склад та біологічна цінність білка нуту. *Science Horizon*. 2021. Т. 24, № 11. С. 23–29.
2. Січкач В. І. Нут - перспективне джерело харчового білка. *Агробізнес Сьогодні*. 2023. № 4. С. 12–15.
3. Шпак Л. О. Харчова цінність зернобобових культур: нут, сочевиця, горох. *Технології харчової промисловості*. 2023. Т. 8, № 1. С. 21–28.
4. Мельник А. В. Сортові особливості формування якості зерна нуту. *Agrarian Innovations*. 2024. № 2. С. 30–36.
5. Коваленко О. П. Роль зернобобових культур у підвищенні родючості ґрунтів. *Землеробство і ґрунтознавство*. 2021. Т. 3. С. 44–51.
6. Гончар М. В. Динаміка виробництва нуту в Україні та світі. *Науковий вісник ВНАУ*. 2022. Вип. 3. С. 47–52.
7. Бушулян О. Принц бобового царства. Особливості вирощування нуту за безгербіцидної технології. *Пропозиція*. 2017. № 5. С. 78–83.
8. Гаврилянчик О., Трач С. Нут – перспективна зернобобова культура для України. *Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції: збірник наук. праць міжнар. наук.-практ. конф. Ч. 1. (Кам'янець-Подільський, 20–22 березня 2018 р.)*. Тернопіль : Крок, 2018. 313 с.
9. Дідур І. М., Темченко М. О. Вплив інокулянтів та мікродобрив на густоту стояння та висоту рослин нуту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 6. Т. 1. С. 14–20.
10. Іванюта С. П., Коломієць О. О., Малиновська О. А., Якушенко Л. М. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь / за ред. С. П. Іванюти. Київ : НІСД, 2020. 110 с. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-10/dop-climate-final-5_sait.pdf (дата звернення: 20.08.2023).
11. Каленська С., Охота О. Нут краший за сою, але його потрібно вміти вирощувати. *Пропозиція*. 2013. № 12. С. 82–86.
12. Карпенко В. П., Коробко О. О. Вплив біологічно активних речовин на ростові процеси рослин нуту в умовах Правобережного Лісостепу України. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2018. № 29. С. 17–24.
13. Колесніков М. О., Кадиров Т. Р. Рекомендації по вирощуванню нуту в умовах півдня України. *Мелітополь : ТДАТУ*, 2022. 44 с.
14. Колояніді Н. О. Вплив гербіцидів та способів сівби на продуктивність нуту в умовах Південного Степу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 / Миколаївський нац. аграрн. ун-т МОНУ, Миколаїв, 2021. 188 с.

НАСІННЄВА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГАЛЕГИ СХІДНОЇ**В. Резніченко, к.с.-г.н, доцент;****Є. Пономаренко, студент;****О. Андріянов, студент***Центральноукраїнський національний технічний університет*

Сучасне тваринництво потребує високобілкових та швидкоростучих культур, які зможуть повноцінно забезпечувати високобілковими кормами протягом всього зеленого конвеєру та також у стійловий період тварин.

До таких рослин відноситься бобова культура галега східна. Дана культура є ендеміком Кавказу, але була успішно інтродукована в Україну і виведено декілька районованих сортів, та забезпечує повноцінні врожаї високобілкової зеленої маси.

Галега східна або козлятник східний (*Galega orientalis* L.) набуває все більшого поширення завдяки своїм біологічним та екологічним особливостям. Ця характеристика є особливо цінною в умовах швидких змін клімату. А саме: здатність проростати до 7-15 років на одному місці, бічні пагони підвищують продуктивність культури, загущення посівів зменшує кількість бур'янів у посівах, покращується структура і склад ґрунту, а азотфіксуючі властивості збільшують кількість біологічного азоту.

За нинішніх умов господарювання кількість поживних речовин та корисна мікрофлора в ґрунті активно зменшується, а враховуючи екстремально високі температури протягом вегетаційного періоду знижують їх активність, погіршуючи показники урожайності культури.

У зв'язку з вищезазначеним, важливим та актуальним питанням є вивчення впливу мінерального удобрення та інокуляції на продуктивність насінневих посівів галеги східної сорту Салют східна в умовах Степу України.

Так, важливим є визначення оптимальної дози мінерального удобрення та інокулятив для вирощування насіння сорту Салют галеги східної.

Дефіцит білку спостерігається крані десятиліття і тому до бобових культур існує загострений інтерес, як у науковців, так і у виробників. Однією з перспективних культур, яка може широко впроваджуватися у кормовиробництво є галега східна [1].

Культура розповсюджена на теренах Європи, Кавказу, Середземноморського басейну, Малої Азії та Ірану та інших країнах. Щодо України, то дикій природі, відомі два основних види: галега східна та галега лікарська, проростає на лісових галявинах, в чагарниках, лісових і передгірних районах, галега лікарська, має невеликий вміст по алкалоїдах. Найкращими для неї є ґрунти з нейтральним рН, оструктурені та багаті на органічні речовини [2 -4].

Галега східна (*Galega orientalis* Lat., від грец. "гала" – молоко, "агенін" – діяти) багаторічна рослина родини бобових [5].

До основних екологічних функції культури, можна віднести наступні, а саме: покращення структуру та родючість ґрунту, накопичення біологічного азоту, гарний попередник у сівозміні, санітарна функція ґрунтів, очищення полів від забур'янення. Можливість виконання цих функцій залежить від біологічних особливостей культури, до яких можна піднести особливості кореневої системи: стержнева коренева система, що проникає в ґрунт до 50-100 см в перший рік проростання, має велику кількість бокових коренів 2-18, що дозволяє в майбутньому сформувати бічні пагони та загустити посів, також на підземних стеблах формуються до чотирьох сплячих бруньок, та наростають бульбочки (сірі та рожеві), як зв'язують азот атмосфери [6, 7].

Галега східна відноситься до ранніх медоносних культур, в нектарі якої міститься в межах 200 кг/га цукру [8, 9].

Метою досліджень було розробити науково - обґрунтовані рекомендації для підвищення урожайності насіння сортів Салют галеги східної через визначення оптимальної дози мінеральних добрив та інокулянту умовах північного Степу України.

В наших дослідженнях ми встановили, що від удобрення та інокуляції залежала і насіннева продуктивність галеги східної (табл. 1).

Встановлено, що показники урожайності у 2024 році були нижчими, до показників 2025 року досліджень, в середньому по роках в межах 27,3-41,32 %, оскільки в 2025 році були більш сприятливі погодні умови.

Так, мінімальну урожайність було зафіксовано на варіанті контролю в 2024 році, що склало 0,40 т/га насіння, а у 2025 році – 0,55 т/га, а в середньому по роках - 0,48 т/га.

Підживлення мінеральними добривами та проведення інокуляції сприяло зростанню урожайності насіння галеги східної.

Без удобрення (контроль) за інокуляції ризоактивом, середнє по роках значення склало 0,63 т/га, та приростом до контролю 0,15 т/га, а за інокуляції ризостимом – 0,69 т/га, що було більше від контрольних варіантів в межах 0,21 т/га.

За удобрення у дозі $N_{45}P_{45}K_{45}$ урожайність по роках досліджень склала 0,55 т/га (без інокуляції), 0,71 т/га (ризоактив); 0,81 т/га (ризостим), що відповідно переважало над контролем на 0,07 т/га, 0,23 т/га; 0,33 т/га.

Таблиця 1

Насіннева продуктивність галеги східної залежно від удобрення та інокуляції, т/га

Фактор А Удобрення	Фактор В інокуляція	2024 р	2025 р	середнє за 2024- 2025 рр	приріст до контролю
Без добрив	без інокуляції	0,40	0,55	0,48	-
	ризоактив	0,56	0,69	0,63	0,15
	ризостим	0,60	0,78	0,69	0,21
$N_{45}P_{45}K_{45}$	без інокуляції	0,48	0,61	0,55	0,07
	ризоактив	0,65	0,76	0,71	0,23
	ризостим	0,70	0,91	0,81	0,33
$N_{60}P_{60}K_{60}$	без інокуляції	0,68	0,83	0,76	0,28
	ризоактив	0,77	1,12	0,95	0,47
	ризостим	0,98	1,67	1,33	0,85

Максимальна урожайність зафіксована на варіантах за удобрення у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ за інокуляції ризостимом у 2025 році, що склало 1,67 т/га, тоді як в середньому по роках досліджень ці варіанти забезпечили продуктивність в межах 1,33 т/га, що було вищим від контролю на 36,1 %.

Отже, максимальна насіннева продуктивність, були варіанти за удобрення у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ за інокулянту ризостим, що в середньому по роках забезпечило 1,33 т/га, з приростом до контролю в межах 0,85 т/га

Список використаних джерел

1. Сарнацький П.Л., Видрін Ю.В., Архипенко Ф.М., Гютюник М.Г. Нові і малопоширені кормові культури. Київ: Урожай, 1985. 72 с.
2. Утеуш Ю.А., Лобас М.Г. Кормові ресурси флори України. К.: Наук. думка, 1996. 219 с.
3. Савенко В.С. Козлятник східний. Тернопіль: Економічна думка, 2000. 292 с
4. Маткевич В.Т., Резніченко В.П. Козлятник східний і добрива. Корми і кормовиробництво. 2004. Вип. 52. С. 100-105.
5. Абрамов О. О., Стаднічук Н. О. Багаторічні енерго–ресурсо– заощаджуючі кормові культури козлятник східний і сильфій пронизанолистий в Лісостепі України. Аграрний вісник Причорномор’я: Збірник наукових праць. Одеса, 2002. С 64–68
6. Демидась Г.І., Слюсар І.Т., Коваленко В.П., Демцюра Ю.В., Бурко Л.М. Нетрадиційні кормові культури. Київ. 2020 р.
7. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво. К.: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
8. Vergun O., Shymanska O., Rakhmetov D., Grygorieva O., Ivanišová E., Brindza J. Parameters of antioxidant activity of Galega officinalis L. and Galega orientalis Lam. (Fabaceae Lindl.) plant raw material. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences, 2020. Vol. 14. P. 125–134. <https://doi.org/10.5219/1271>

УРОЖАЙНІСТЬ ЧУМИЗИ В СТЕПУ УКРАЇНИ

В. Резніченко, к.с.-г.н, доцент;

М. Салов, студент;

Я. Детиненко, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Чумиза (*Setaria italica maxima* L.) – є цінною і перспективною культурою для посушливого клімату, що обумовлено досить високим біологічним потенціалом рослини, універсальністю її використання, невибагливістю до умов росту та розвитку, відмінною кормовою якістю зерна, зеленої маси, сіна та сінажу. Особливого значення вона набуває при вирішенні продовольчої проблеми в умовах глобального потепління клімату, яке спостерігається в останні роки.

На сьогоднішній день вирощування чумизи, є економічно вигідним для сільгоспвиробників степового регіону, оскільки витрачається мало посівного матеріалу італійського проса на 1 га приблизно 3,6-5,0 кг, при мінімальній врожайності італійського проса – 4,3т/га.

Культура використовується на кормові та харчові цілі, забезпечуючи стабільні врожаї навіть в умовах посухи.

Тому, вивчення основних агроприймів вирощування італійського проса є важливим та актуальним питанням і потребує додаткових досліджень, а особливо по вивченню впливу удобрення на продуктивність італійського проса в умовах північного Степу України.

Чумиза (*Setaria italica subsp. italica* L.) є однією з найстаріших хлібних зернових культур Східної Азії. Це культурний підвид мишію італійського (*Setaria italica*) із родини тонконогових (Poaceae) [1].

Просо в широкому розумінні - це ряд однорічних просоподібних культур, які вирощують для отримання їжі та кормів [2].

В Україні вирощують сорт чумизи Дніпровська згідно ТУ У 01.1-30378663-001-2002, цей різновид італійського проса характеризується високим вмістом біологічно активних речовин і може використовуватися не тільки як зерно для виробництва дитячого, дієтичного та лікувального харчування, але і як лікарський інгредієнт. Зерно італійського проса використовується для виробництва олії, що містить жирні кислоти, більшість з яких (42,5%) - ліолева кислота, чумиза містить ряд біологічно активних речовин з високою антиоксидантною активністю, таких як кумарини, флавоноїди та оксикоричні кислоти. Зокрема, вміст пектину та геміцелюлози становить 4,94% та 2,35% відповідно [3].

Чумиза містить 13-15% сирого протеїну, 60-65% крохмалю, 5-8% жиру і 2-3% цукру, також вона містить вітаміни В1, В2 і Е, провітаміну А (каротину), ніж звичайне пшоно. Його поживна цінність не поступається пшоно. Воно містить 13,5% білка, близько 62% безазотистих речовин і 5% жиру [4].

Зерно цієї культури є чудовим кормом для птиці, а борошно - концентратом для худоби; 1 кг зерна ковили еквівалентний 0,96 кормових одиниць [5].

Чумиза є цінною культурою для зрошуваного землеробства, оскільки вона посухостійка і в той же час дуже добре реагує на поповнення вологи, що дозволяє виробляти високоврожайні зернові та сидерати [6].

Цінність чумизи полягає також у тому, що вона є однією з найпродуктивніших однорічних зернових і кормових культур, з високим коефіцієнтом насіннєвого розмноження.

Метою досліджень було розробити науково - обґрунтовані рекомендації сільськогосподарському виробництву для підвищення урожайності чумизи, через визначення оптимального удобрення для культури в умовах Північного Степу України.

Протягом наших досліджень, ми звернули увагу, як впливали мінеральні добрива та способи сівби, на продуктивність чумизи протягом 2024-2025 років (табл. 1)

Таблиця 1

Урожайність зерна чумизи залежно від мінеральних добрив та способів сівби, т/га

Фактор А Мінеральні добрива	Фактор В Способи сівби:							
	рядковий 15 см				широкорядний 45 см			
	2024 р	2025 р	Середнє	Приріст до контролю	2024 р	2025 р	Середнє	Приріст до контролю
Без добрив	2,02	2,91	2,47	-	2,51	2,98	2,75	0,28
P ₆₀ K ₆₀ -фон	2,91	3,47	3,19	0,72	3,56	4,23	3,90	1,43
N ₃₀ +фон	3,34	3,83	3,59	1,12	4,03	4,51	4,27	1,80
N ₆₀ +фон	3,63	4,15	3,89	1,42	4,25	4,76	4,51	2,04

Важливо відзначити, що найнижчу урожайність було зафіксовано на ділянках без добрив за рядкового способу сівби у 2024 році, що відповідно склало 2,02 т/га, тоді як в середньому по роках на цих варіантах показник склав 2,47 т/га.

При застосуванні мінеральних добрив за цього ж способу сівби рядковий 15см, урожайність була наступною 3,19 т/га (P₆₀K₆₀); 3,59 т/га (N₃₀P₆₀K₆₀); 3,89 т/га (N₆₀P₆₀K₆₀), що було вищим від контролю відповідно на 0,72 т/га; 1,12 т/га; 1,42 т/га.

Тоді як за широкорядного способу сівби 45 см, на ділянках без удобрення урожайність чумизи склала 2,75 т/га, що переважала над контролем на 0,28 т/га.

Застосування добрив позитивно відобразилося на урожайності досліджуваної культури. Так, P₆₀K₆₀ - 3,90 т/га; N₃₀P₆₀K₆₀ - 4,27 т/га; N₆₀P₆₀K₆₀ - 4,51 т/га, що було вищим від контролю відповідно на 1,43 т/га; 1,80 т/га; 2,04 т/га.

Оптимальні, умови утворилися на ділянках за удобрення у дозі N₆₀P₆₀K₆₀ на широкорядних посівах, що в 2025 році склало 4,76 т/га, що було вищим від інших варіантів досліду 35,47%.

Отже, в наших дослідженнях встановлено, що урожайність чумизи в 2024-2025 роках досліджень, забезпечили варіанти з удобренням N₆₀P₆₀K₆₀ на широкорядних посівах, що склало 4,51 т/га.

Список використаних джерел.

1. Аверчев О. В., Нікітенко М.П., Вирощування просо в умовах Півдня України. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. Херсон, 2020. Вип. 116. Ч. 2. С. 47-55.
2. A. Fardet, E. Rock, C. Révész (2008) "Is the in vitro antioxidant potential of whole-grain cereals and cereal products well reflected in vivo?" Cereal Science, Vol. 48, Iss. 2, pp. 258–276.
3. Омельченко З.І. Фітохімічне вивчення *setaria italica* та створення на її основі лікарських засобів: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 15.00.02. Омельченко З.І. ; Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика. К., 2008. 24 с.
4. Найченко В.М. Практикум з технології зберігання і переробки плодів та овочів. К.:ФАДА, ЛТД, 2001. 211 с.
5. Дудка М. І. Однорічні суміші – резерв виробництва кормового білка. Ефективні корми та годівля. 2005. № 8. С. 43-44.
6. Базалій В. В. Рослинницькі аспекти та агроекологічні засади вирощування сорго зернового на півдні України. Таврійський науковий вісник. Херсон: Айлант, 2015. Вип.91. С. 3-6.

НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ СОРГО В НАРОДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

В. Резніченко, к.с.-г.н, доцент;

Р. Татаринів, студент;

Ю. Кукурудза, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Сорго (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) -одна з найстійкіших злакових культур, здатна ефективно формувати врожай навіть за умов дефіциту вологи та високих температур. Цей аспект робить культуру перспективною для аграрного виробництва в умовах посушливого клімату степової зони України, та розглядається агровиробниками, як стратегічна культура майбутнього, завдяки притаманній їй високій екологічній пластичності, різноманітності форм і напрямів використання [1].

Сорго - це багатофункціональна та надзвичайно перспективна сільськогосподарська культура, яка поєднує в собі високу врожайність, стійкість до несприятливих умов та універсальність використання. У контексті глобальних змін клімату та потреби в сталому землеробстві сорго набуває все більшого значення не лише для сільського господарства України, а й у світовому масштабі.

Тому, вивчення одного з важливих, технологічних прийомів вирощування, а саме впливу способів сівби на продуктивність гібридів сорго в умовах північного Степу України є актуальним питанням.

Зерно сорго має високий вміст крохмалю (до 70 %), білка (10–12 %) і низький рівень жиру, що робить його цінною сировиною для виробництва круп, борошна, каш та дієтичних безглютенових продуктів. Завдяки відсутності глютену, соргове борошно використовується у виробництві хлібобулочних виробів для людей із целиакією, а також його зерно застосовується у пивоварінні та виготовленні безалкогольних напоїв [2].

Зелена маса, силос і зерно сорго широко використовуються у тваринництві, та завдяки високій врожайності зеленої маси в межах 40–60 т/га і поживна цінність роблять його, альтернативою кукурудзі, а також завдяки стійкості до вилягання та посухи взмозі забезпечувати стабільність кормової бази [3, 4].

Сорго має важливе значення як технічна культура, оскільки його волокнисті стебла застосовують для виготовлення віників, щіток, а також для виробництва паперу та біокомпозитів, а також в різних країнах розробляються технології переробки соргових стебел для отримання біопластику та будівельних матеріалів [5].

Цукрове сорго є високопродуктивною сировиною для виробництва біоетанолу. Вміст цукру сягає 16-18 %, а вихід біоетанолу становить до 3,5-4,0 т/га, тому, вегетативна маса сорго має високий енергетичний потенціал для виробництва біогазу й твердого біопалива і відкриває можливості для розвитку відновлюваної енергетики [6].

Метою досліджень було розробити науково - обґрунтовані рекомендації сільськогосподарському виробництву для підвищення урожайності гібридів сорго, через визначення оптимального способів сівби в умовах Північного Степу України.

Протягом наших досліджень, ми звернули увагу, як досліджувані фактори, а саме способи сівби, впливали на тривалість проходження міжфазних періодів та тривалість вегетаційного періоду у гібридів сорго протягом 2024-2025 років (табл. 1)

Вивчаючи досліджувані ранньостиглі гібриди сорго, встановлено, що настання міжфазного періоду «сівба – поява сходів» у гібриду Прайм знаходився в межах 10 діб і способи сівби не мали значного впливу.

Тоді як, у гібридів Органа та Майло В, у міжфазний період «сівба – поява сходів» спостерігалися зміни у тривалості. Так, найкоротшим був міжфазний період у гібриду

Майло В, за ширини міжряддя 45 см, що відповідно склало 8 діб, і було меншим від інших варіантів досліду на 1-2 доби.

Таблиця 1

Тривалість міжфазних періодів у гібридів сорго залежно від способів сівби, доби (середнє за 2024-2025 роки)

Гібрид (Фактор А)	Спосіб сівби (Фактор Б)	Тривалість фаз розвитку							
		сівба-пооява сходів	повні сходи	кущення	викидання волоті	цвітіння	МВС	повна стиглість	Вегетаційний період
Прайм	30 см	10	6	16	32	17	20	12	113
	45 см	10	6	16	32	16	20	12	112
	70 см	10	6	16	32	16	20	12	112
Оггана	30 см	10	6	16	32	15	19	12	110
	45 см	10	5	15	31	15	19	12	107
	70 см	9	5	15	31	15	19	12	106
Майло В	30 см	9	5	15	31	16	19	12	107
	45 см	8	5	14	30	16	19	11	103
	70 см	9	5	14	31	16	19	11	105

Фаза повних сходів наступала через 6-5 діб після попередньої фази. Відмічено, що у гібридів Оггана та Майло В досліджуваний показник склав 5 діб.

Подальший розвиток гібридів сорго протягом вегетаційного періоду, а саме у фазу кущення склав 16 діб у гібриду Прайм і не залежало від способу сівби. Тоді як у гібридів Оггана та Майло В спостерігалось скорочення тривалості фази кущення, що відповідно склало 15 діб і 14 діб. Найкоротшим виявився період у гібриду Майло В за способу сівби 45 см та 70 см – 14 діб.

До одного з найтриваліших вегетаційних періодів відноситься фаза викидання волоті. В середньому по досліді, тривалість фази була в межах 31 доби і залежала від гібриду і способу сівби. Хотілося б, відмітити, що у гібриду Прайм тривалість склала по роках досліджень – 32 доби за всіма способами сівби, тоді як у гібриду Оггана – 31 доба. У гібриду Майло В за способу сівби 45 см показник склав 30 діб, що було найкоротшим серед інших варіантів досліду.

З настанням фази цвітіння у гібриду Прайм тривалість цієї фази склало за ширини міжряддя 30 см -17 діб, що було найпродовжанішим серед варіантів досліду, тоді як збільшення ширини міжряддя до 45 та 70 см сприяло скорочену фази цвітіння на одну добу у порівнянні до попередніх ділянок.

У гібриду Оггана зафіксовано, що тривалість фази цвітіння склала 15 діб за всіх способів сівби, але у порівнянні до попереднього гібриду було коротшим в межах двох діб.

У гібрида Майло В відмічено тривалість фази цвітіння була нарівні гібриду Прайм.

Фаза молочно-воскової стиглості в середньому по роках була в межах 19-20 діб по всіх досліджуваних гібридах сорго, тоді як фаза повної стиглості тривала, в середньому, до 12 діб.

Встановлено, що в середньому, по роках досліджень найдовший за тривалість він був у гібриду Прайм за способу сівби 30 см, що слало 113 діб, тоді як за ширини міжряддя 45 та 70 см – 112 см.

Збільшення ширини міжряддя сприяло скороченню вегетаційного періоду.

Так, у гібриду Орггана за ширини міжряддя 45 та 70 см, досліджуваний показник склав відповідно 107 та 106 діб, тоді як у гібриду Майло В – 103 і 105 доби, що у порівнянні до варіантів контролю було нижчим на 7-10 діб.

Отже, сорго є універсальною культурою, що має є харчове, кормове, технічне та енергетичне значення. Наші дослідження показали, що оптимальні умови склалися за вирощування гібриду Майло В за ширини міжряддя 45 та 70 см, що відповідно забезпечило вегетаційний період в межах 103 і 105 діб, що у порівнянні до гібридів Прайм та Майло В вегетаційний період був коротшим в межах 10 діб.

Список використаних джерел

1. Коваленко, В. М., Шепель, Н. І., Кучер, О. В. Агроекологічна оцінка продуктивності сучасних сортів сорго в умовах Степу України. Вісник аграрної науки, 2021,11, 45–51.
2. Гриценко, Л. М., Поліщук, В. І. Продуктивність сорго залежно від технологічних елементів вирощування. Агробіологія, 2020, 1, 75-80.
3. Kucher, O., Shepel, N., & Kovalenko, V. Efficiency of sorghum cultivation technologies in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. Agricultural Science and Practice, 2023. 10(3), 33–41.
4. Li, X., Zhao, M., & Zhang, Y. Sweet sorghum as a renewable feedstock for bioethanol production. Renewable Energy, 2021. 176, 123–131.
5. Boudet, A., et al. Nutritional and technological properties of sorghum for food and feed uses. Food Chemistry, 2022 380, 132–145.
6. Singh, R., Patel, A., & Joshi, D. (). Industrial and environmental applications of sorghum biomass. Biomass Conversion and Biorefinery, 2022. 12(5), 2149-2160.
7. Тітаренко, О. С., Карпук, Л. М. Ефективність вирощування сорго зернового за різних заходів догляду за посівами. Новітні агротехнології, №9. 2021. 5 с. DOI: org/10.21498/na.9.2021.259698
8. Тітаренко О. С., Карпук Л. М. Ефективність фотосинтезу сорго залежно від впливу елементів технології вирощування. Новітні агротехнології. 2022. №3. 10 с. DOI: 10.47414/na.10.3.2022.287179
9. Тітаренко О. С., Карпук Л. М. Урожайність та енергетична ефективність сорго зернового за різних заходів догляду за посівами. Агробіологія. 2022. № 1. С. 145–151. DOI: 10.33245/2310-9270-2022-171-1-145- 151.
10. Тітаренко О. С. Економічна оцінка ефективності вирощування сорго зернового. Збірник наукових праць Агробіологія. 2022. № 2. С. 200–206. DOI: 10.33245/2310-9270-2022-174-2-200–206.
11. Карпук Л. М., Тітаренко О. С., Тітаренко В. А., Заїка Н. В. Основні етапи росту сорго зернового / Ресурсозберігаючі технології вирощування культурних рослин: матеріали I Всеукраїнської конференції. 23 квітня 2021 р. Біла Церква. 2021. С. 78
12. Карпук Л. М., Тітаренко О. С. Формування площі листової поверхні гібридів сорго зернового залежно від елементів технології вирощування у Лісостепу України. Матеріали III міжнародної науково-практичної 157 конференції «Новітні агротехнології». Інститут експертизи сортів рослин (Київ, 31 серпня 2022 р.). С. 20.
13. Titarenko O. S., Karpuk L. M., Pavlichenko A. A. Peculiarities of grain sorghum plant height formation depending on the studied factors. International scientific conference “Forecasts and prospects of scientific discoveries in agricultural sciences and food”: conference proceedings (August 30–31, 2022. Riga, the Republic of Latvia). Riga, Latvia: “Baltija Publishing”. 2022. P. 55-58.
14. Карпук Л. М., Тітаренко О. С., Тітаренко В. А., Петракова О. О., Федорченко М. М., Федорченко Я. О. Параметри схожості, густоти та виживання сорго зернового залежно від елементів технології вирощування. «Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садово-парковому господарстві»: (17 листопада 2022 року). Білоцерківський НАУ. С. 27–28.
15. Івашенко О.О. Перспективи вирощування кукурудзи і сорго / О.О. Івашенко, О.І. Рудник - Івашенко // Хімія. Агрономія. Сервіс. – 2011. – № 12. – С. 38–41.
16. Соргові культури: технологія, використання, гібриди та сорти / [А.В.Черенков, М.С.Шевченко, Б.В.Дзюбецький та ін.]. – Д.: Центр наукового забезпечення агропромислового виробництва Дніпропетровської області, 2011. – 63с.

ВРОЖАЙНІСТЬ СОРГО ЗАЛЕЖНО ВІД МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ В СТЕПУ УКРАЇНИ

Л. Сало, к.с.-г.н., доцент;

В. Антоненко, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Останні мінімум десять років погодні умови можна віднести скоріше до екстремальних, ніж до сприятливих. Це спонукає виробників сільськогосподарської продукції ретельніше ставитись до вибору вирощуваних культур. Традиційні для Кіровоградщини соняшник та кукурудза все частіше поступаються культурам, які є більш стійкими до посухи і здатні формувати високий рівень врожайності якісної продукції. Серед таких культур сорго є беззаперечним лідером [1].

Серед факторів, які забезпечують формування врожайності сорго, добрива є досить впливовим чинником. Але, зважаючи на рівень доступності добрив для рослин за низького рівня вологи і високу вартість, рекомендовані норми не завжди є економічно вигідними. До того ж, різні сорти мають відмінності за відкликом на удобрення. Тому досить актуально коректувати рекомендовані норми згідно ґрунтових запасів елементів живлення для умов конкретного господарства та вирощуваних сортів.

Посушливість клімату посилюється, і це зумовлює необхідність перегляду систем землеробства. Особливо це стосується степової зони України. Науковці Кембриджської кліматологічної групи під егідою ФАО ООН здійснили моделювання кліматичних змін, які прогнозують до 2100 року підвищення температури повітря на 2-3 °С. Також зростає концентрація CO₂, а це вносить зміни в біосферу нашої планети [2]. Тому необхідно вже зараз адаптувати аграрне виробництво: структуру посівних площ, склад сівозмін, системи удобрення культур та обробітку ґрунту, розширення набору вирощування посухостійких, економічних до вологи культур. Сорго ідеально відповідає усім цим вимогам. В Україні сорго лише набирає популярності, хоча в світовому землеробстві воно на п'ятому місці за площами посівів. Випереджають його лише пшениця, кукурудза, рис та ячмінь. Сорго вирощують понад 90 країн світу на 40 млн га, що становить близько 16,6 % орних земель. Для таких країн світу, як США, Нігерія, Ефіопія, Мексика, Індія, Судан, Аргентина, Китай, Бразилія, а також Австралія культура сорго є визначною продовольчою, кормовою і технічною зерновою [3]. У США, наприклад, сорго є популярною сировиною для виробництва біоетанолу завдяки високому виходу спирту. Середній світовий рівень урожайності зернового сорго становить 1,5–2,0 т/га. Найвищі результати представляють США – 4,3–4,6 т/га, Мексика – 4,4–4,8 т/га та Китай – близько 3,0 т/га [4].

Мінеральні добрива надають ключовий акцент у формуванні продуктивності сорго, бо ця культура формує значну біомасу та врожайність зерна за умов оптимального забезпечення елементами живлення. Найбільш критичними для сорго є азот, фосфор і калій. Азот культура сорго максимально використовує у міжфазні періоди інтенсивного росту й формування генеративних органів (за два тижні до початку викидання волотей і 10–15 днів після цвітіння). Втім, надлишок азоту може затримувати досягання та підвищувати ризик накопичення нітратів. Дослідження засвідчують, що внесення 60–120 кг/га азоту збільшувало врожайність зерна сорго на 25-45 %, залежно від погодних умов і родючості ґрунту [5].

Фосфор сприяє розвитку кореневої системи на початку росту і прискорює досягання наприкінці вегетації. За даними польових дослідів, внесення P₄₀₋₆₀ покращує енергію проростання насіння і оптимально забезпечує підвищення врожайності на 8-15 %.

Калій підвищує посухостійкість, що особливо актуально за вирощування сорго в умовах Степу України. Калійні добрива сприяють ефективнішому використанню вологи і збільшують вміст цукрів у цукрового сорго.

Але найбільший ефект дає комплексне застосування НРК. Згідно з результатами багаторічних досліджень, сукупне внесення азоту, фосфору та калію здатне підвищувати врожайність сорго на 30-60 % порівняно з біологічним контролем [5, 6]. Застосування добрив істотно покращувало також якість зерна сорго. Вміст білка в зерні був більшим на 0,5–1,8 %, жиру – на 0,08–0,20 % на суху речовину, маса 1000 зерен зросла на 1,6–4,9 г [7-16]. Таким чином, можна підсумувати – сорго є культурою, що вимагає дотримання певних вимог при вирощуванні.

Оскільки рослини сорго реагують неоднаково на удобрення, необхідно дослідити різні сорти в умовах конкретного господарства. Метою наших досліджень було визначити кращу систему удобрення з врахуванням біологічних особливостей сорго зернового в умовах Степу України для формування найвищого рівня врожайності з високим економічним ефектом. Польові дослідження здійснювали протягом 2023-2024 років. Об'єктами досліджень (фактор А) були сорти Янкі, Сват і ЕС Тіфон та норми добрив (фактор В): $N_0P_0K_0$ (контроль); $N_{80}P_{50}K_{50}$ (рекомендована норма); $N_{64}P_{33}K_{39}$ (розрахункова норма). Сівбу здійснювали у першій декаді травня, норма висіву становила 200 тис. шт./га, ширина міжрядь 35 см.

Врожайність культур визначається площею фотосинтетичного апарату. В наших дослідках мінеральні добрива на усіх етапах досліджень позитивно впливали на площу фотосинтетичного апарату рослин сорго, незалежно від сорту, але найбільшу реакцію виявив сорт ЕС Тіфон. Найбільша площа листкової поверхні та листковий індекс сформувались у рослин у фазу викидання волоті, яка співпадає з періодом максимальної інтенсивності фотосинтезу. Рекомендована і розрахована норми добрив забезпечили близький ефект, хоча рекомендована доза дещо переважала. У фазі повної стиглості збереження листкової поверхні було кращим при внесенні добрив, що свідчить про їхній вплив на пролонгування асиміляційної активності (ефект stay-green).

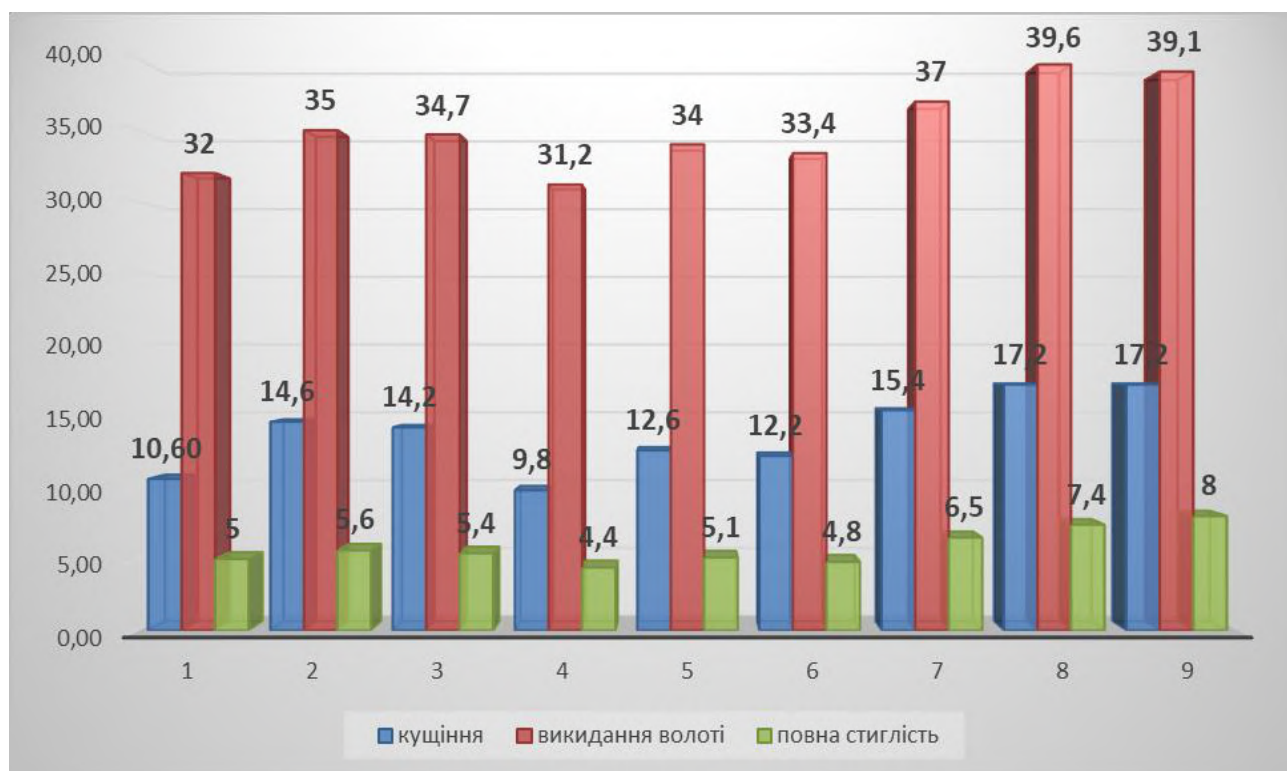


Рис. 1. Площа листків сорго залежно від мінеральних добрив, тис. м²

Аналіз показників площі листкової поверхні в середньому за два роки демонструє однакову біологічну здатність рослин сорго спочатку інтенсивно нарощувати площу фотосинтетичного апарату, починаючи від моменту кушіння, з 9,8-17,2 до максимально 31,2-39,6 тис. м²/га. Під час досягання пластичні речовини, створені в результаті фотосинтезу, концентруються в зерновій масі, а листки відмирають, в результаті чого площа листків різко скорочується до 4,4-8,0 тис. м²/га. Мінімальна площа листового апарату формувалася у варіантах без добрив, що підтверджує недостатність природного забезпечення поживними речовинами для повноцінного розвитку асиміляційної поверхні.

Так, у сортів Янкi, Сват і ЕС Тiфон у контрольних варіантах показники площі листків склали відповідно по фазах 10,6-32,0-5,0, 9,8-31,2-4,4, 15,4-37,0-6,5 тис. м²/га. Збільшення площі листкової поверхні спостерігається за рахунок застосування збалансованих норм NPK, що свідчить про синергію азоту, фосфору й калію у формуванні потужної асиміляційної поверхні. Більша площа листків створює більш інтенсивний фотосинтетичний потенціал рослин, що, у свою чергу, забезпечує кращий ріст, активніший налив зерна й підвищену врожайність. Усі досліджувані варіанти з внесенням добрив перевищували контроль за площею листків, що вказує на високу чутливість сорго до рівня живлення.

Результати вивчення врожайності сорго в середньому по роках підтвердили кореляцію цього показника з площею листового апарату.

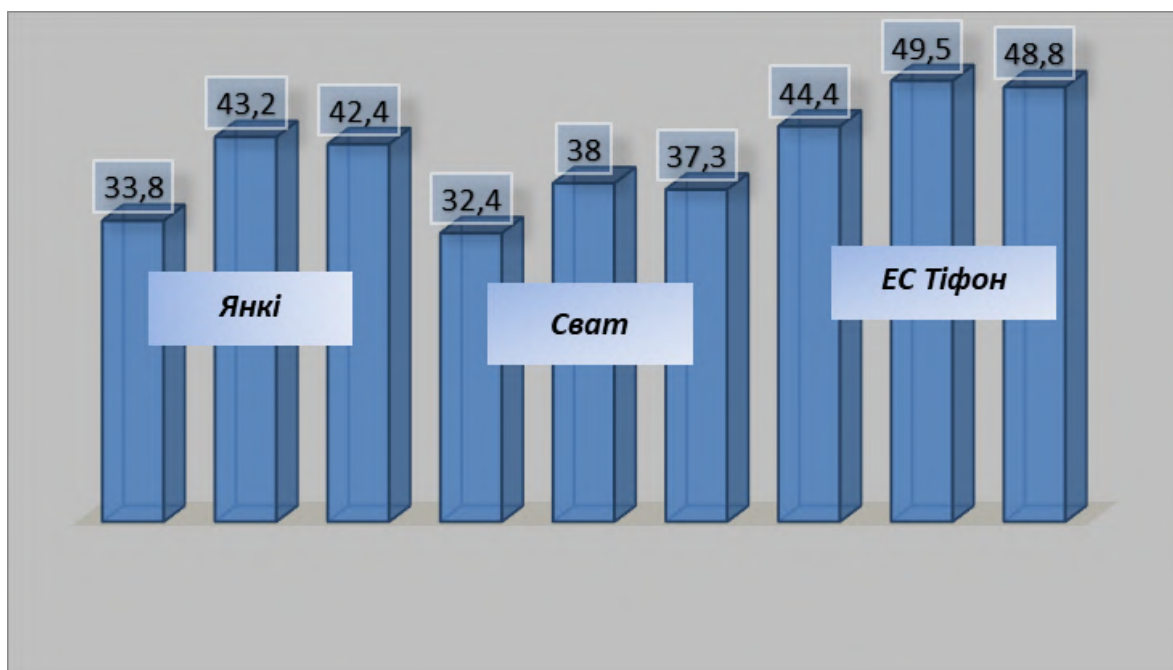


Рис. 2. Середня за 2 роки врожайність сорго залежно від удобрення, ц/га

У контролі сорт Янкi формував середню врожайність серед трьох сортів. Застосування добрив впливало помітно, обидві норми, як рекомендована, так і розрахована, забезпечували значний приріст врожайності. Сорт Янкi добре реагує на покращення живлення, однак підвищення дози мінеральних добрив понад розраховану норму не дає суттєво кращого результату. Сорт Сват демонстрував найнижчий базовий рівень врожайності серед досліджуваних, що узгоджується з його загальною характеристикою як менш продуктивного. Проте застосування добрив також позитивно впливало на його урожайність, хоча приріст був менш помітним, ніж у сорту Янкi. Як і у попереднього сорту, різниця між рекомендованою та розрахованою нормами мінімальна, тобто, сорт Сват чутливий до удобрення, але його потенціал приросту врожайності обмежений генетично. Гібрид ЕС Тiфон стабільно мав найвищий рівень врожайності в

усіх варіантах. Навіть у контролі він значно перевищував показники сортів Янкі та Сват. Обидві норми удобрення забезпечували чітке збільшення врожайності, але як і у випадку інших сортів, перевага рекомендованої дози над розрахованою не була вираженою. Графік демонструє, що саме цей гібрид найефективніше реалізував потенціал мінерального живлення.

На графіку чітко простежується сортова різниця: ЕС Тіфон є найпродуктивнішим сортом, що підтверджує його високий генетичний потенціал. Янкі займає середнє положення, демонструючи суттєвий відгук на мінеральне живлення. Сват стабільно є найменш продуктивним, навіть за удобрених варіантів.

Такий розподіл свідчить, що сорти реагують на удобрення по-різному, що підтверджує значущість фактора А (сорт). Слід також відзначити, що обидві норми добрив, як рекомендована, так і розрахована забезпечують істотне підвищення врожайності порівняно з контролем, різниця між ними є мінімальною для всіх сортів.

Розрахунки економічної ефективності підтвердили доцільність застосування саме розрахункової норми добрив. При вирощуванні сорту ЕС Тіфон у варіанті з розрахованою нормою добрив умовно чистий дохід склав 27810,23 грн/га. Це на 6,2% більше порівняно з рекомендованою нормою.

Таким чином, представлені результати свідчать, що застосування мінеральних добрив є ключовим фактором формування потужної листкової поверхні рослин сорго та формуванні високого рівня врожайності зерна. Це підкреслює необхідність оптимізації системи удобрення для забезпечення максимальної продуктивності культури.

Список використаних джерел

1. Сорго: технологія, переробка, використання, насінництво та селекція. Каталог гібридів та сортів / Черчель В. Ю., Дзюбецький Б. В., Яланський О. В. та ін. ДУ Інститут зернових культур НААН України. Дніпро : ДУ ІЗК НААН України, 2023. 68 с.
2. Kovalenko A. Increasing aridity climate of southern steppe of Ukraine. Its effects and remedies, 3rd UNCCD Scientific Conference, 9–12 March 2015, Cancun, Mexico: Book of Abstracts. 2015. P. 293–294.
3. Динаміка виробництва та площ сорго в світі. [URL:www.fao.org/faostat](http://www.fao.org/faostat)
4. Світовий експорт-імпорт сорго за країнами у 2021-2022 рр. Закордонна сільськогосподарська служба Міністерства сільського господарства США. [URL:http://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer](http://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer)
5. Reddy, B.V.S., Kumar, A.A. Nutrient management in grain sorghum. — International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), 2013. — 52 p.
6. FAO. Fertilizer management for sorghum under dryland conditions. — FAO Land and Water Division Report, 2017. — 41 p.
7. Ivanina, V. V., Pashynska, K. L., & Kostashchuk, M. V. (2019). Вплив добрив на врожайність та якість зерна сорго зернового. Новітні агротехнології, (7), 6–6. <https://doi.org/10.47414/na.7.2019.204801>.
8. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво : Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів : Українські технології, 2006. 730 с.
9. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво. Львів : Українські технології, 2008. 624 с.
10. Рослинництво : підручник / В. Т. Влох, С. В. Дубновецький, Г. С. Кияк, Д. М. Оничук; за ред. В. Г. Влоха. Київ : Вища школа, 2005. 382 с.
11. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножка М. А. Рослинництво : підручник / за ред. О. І. Зінченка. Київ: Аграрна освіта, 2001. С. 332–333.
12. Соргові культури: технологія, використання, гібриди та сорти / Черенков А. В., Шевченко М. С., Дзюбецький Б. В. [та ін.]. – Дніпропетровськ, 2011. – 63 с.
13. Проект програми збільшення виробництва зерна сорго та оптимізації ресурсного забезпечення технологій вирощування / А. В. Черенков, М. С. Шевченко, Б. В. Дзюбецький [та ін.]. – Дніпропетровськ, 2012. – 26 с.
14. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні у 2013 році. – К., 2013. – 495 с.
15. Сорго в Присивашші / Лебідь Є. М., Дзюбецький Б. В., Черенков А. В. [та ін.]. – Дніпропетровськ, 2006. – 29 с.
16. Правдива Л. А. Вплив норм висіву насіння на урожайність сорго звичайного двокольорового (*Sorghum bicolor* (L.) Moenh) та соризу (*Sorghum oryzoidum*). Аграрна освіта та наука: досягнення та перспективи розвитку. Міжнародна науково-практична конференція. Тези доп. Біла Церква. 2023. С. 234–235.

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ГОРОХУ ОЗИМОГО ТА ЯРОГО В СТЕПУ УКРАЇНИ

Л. Сало, к.с.-г.н., доцент;

І. Губарєв, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Зернобобові – це дуже важлива ланка агросектору з точки зору як виробництва продукції, так і підтримання родючості ґрунтів.

У концепції сталого розвитку та екологізації землеробства горох виступає як одна з найбільш екологічно доцільних культур. Введення зернобобових у сівозміни сприяє скороченню застосування синтетичних азотних добрив. Це зменшує енергетичні витрати на їх виробництво та знижує викиди парникових газів. Сучасні наукові дослідження підтверджують, що збільшення частки гороху в структурі посівних площ сприяє зростанню біологічної азотфіксації та загальному скороченню вуглецевого сліду аграрного виробництва [1, 2].

Також окремо повідомляється, що площа під озимим горохом у регіоні у 2024-2025 році склала 1,5 тис. га. За п'ять років це найбільша площа його вирощування в регіоні. Вирощують горох в області 25 підприємств і фермерських господарств [3].

За період вегетації культура гороху може акумулювати й залишати в системі «ґрунт–рослина–рослинні рештки» значну кількість біологічно звязаного азоту. Це дає можливість зменшити навантаження мінеральними азотними добривами наступних культур сівозміни. Включення гороху до складу сівозмін покращує фізичні властивості ґрунту, стимулює активність ґрунтової мікрофлори, сприяє розриву циклів розвитку хвороб та шкідників і підвищує ефективність використання рослинами поживних речовин в цілому [4].

Неможливо обійти також економічне значення гороху. За статистикою FAO, світове виробництво сухого гороху стабільно зростає на тлі підвищення попиту на рослинний білок і розвиток ринку харчових продуктів на основі бобових. В Україні горох традиційно залишається провідною зернобобовою культурою, хоча площі його вирощування з року в рік змінюються. Останнім часом інтерес до культури зростає — передусім у контексті забезпечення білком та переходу до екологічно збалансованих систем землеробства [5].

Завдяки високій холодостійкості горох має форми, здатні успішно перезимувати у стані розетки. Це забезпечує озимим різновидам ряд переваг, серед яких — триваліший період вегетації, який створює можливості для формування більш високого рівня врожайності. Цьому сприяє також більший доступ до вологи та можливість уникати впливу літніх високих температур.

Горох підзимового способу сівби останнім часом набуває все більшої популярності, оскільки збільшення вегетаційного періоду дає можливість йому краще використати наявні ресурси вологи, особливо в посушливих регіонах. [6-11].

Велике значення має біологічний потенціал сорту і один з ключових факторів — удобрення. Тому важливо підібрати найбільш продуктивний сорт для умов кожного конкретного господарства, а також спосіб удобрення культури, який дасть можливість забезпечити високий рівень врожаю. Припосівне удобрення значною мірою визначає рівень формування врожайності, оскільки воно визначає ступінь розвитку кореневої системи.

З такою метою ми проводили польові дослідження вивчення впливу двох кратних доз амофосу при використанні його в якості припосівного удобрення за вирощування сортів ярого та озимого гороху.

Вивчали чотири сорти гороху: Саламанка, Мадонна – ярі форми і Баллтрап, НС Мороз підзимового терміну сівби на двох фонах припосівного удобрення: амофос 22 та 44 кг/га фізичної маси.

Метою дослідження було порівняти вирощування чотирьох сортів гороху (два ярих і два підзимових) на різних фонах припосівного удобрення і визначити кращий з варіантів для рекомендації сільськогосподарському виробництву

Завданнями було дослідити ростові процеси рослин гороху, вивчити формування врожайності зерна гороху, визначити структурні показники врожаю зерна, дати економічну оцінку вирощування гороху.

Об'єктом дослідження були процеси формування врожайності гороху під впливом двох кратних доз припосівного удобрення. Предметом дослідження слугували формування морфо-біологічних показників, які визначають рівень врожайності, для чотирьох сортів гороху.

Горох може мати кілька стебел або гілкуватись, але висота центрального головного стебла є основною морфологічною ознакою, яка характеризує темпи росту і розвитку рослин. Даний біометричний показник значною мірою залежить від біологічних особливостей сорту, погодних умов періоду вегетації та технологічних прийомів вирощування, таких, як використання добрив

Співставлення динаміки ярого та озимого гороху показало, що у ярих сортів активний приріст починається на етапі гілкування і триває до бутонізації. У озимих форм найкраще виражений приріст спостерігається після весняного відновлення, швидкість росту інтенсивніша, ніж у ярих сортів.

Озимі сорти у фазі наливу зерна та перед збиранням були вищими за ярі на 5–10 см. Це пояснюється довшим вегетаційним періодом озимих форм та можливістю використання зимово-весняних запасів ґрунтової вологи, тоді як ярі сорти значною мірою залежать від опадів весни–початку літа.

Загалом ярі сорти демонстрували плавну криву росту, тоді як озимі характеризувалися різким стрибком висоти після відновлення вегетації. Максимальні висоти рослин у досліді зафіксовано у сорту Баллтрап (97,8 см), що свідчить про його високу адаптивність за умов достатнього фосфорного живлення.

Загальна закономірність для всіх сортів полягала у позитивному впливі підвищеної норми амофосу (44 кг/га) на висоту рослин. Подвійна норма забезпечувала: більш активний стартовий ріст; вищу інтенсивність наростання висоти в період бутонізації й цвітіння; формування потужнішої надземної маси до фази наливу зерна; збільшення кінцевої висоти рослин на 15–22 см залежно від сорту. Таким чином, достатній рівень стартового фосфорного живлення є критично важливим для формування оптимальної структури рослин як ярого, так і озимого гороху.

Дані врожайності, отримані у досліді, свідчать про чітко виражений позитивний вплив збільшеної норми стартового фосфорного удобрення на врожайність кожного сорту.

У варіанті з мінімальною дозою амофосу (22 кг/га) врожайність сортів коливалася в межах 23,6–30,2 ц/га. Найнижчі показники отримано у ярого сорту Мадонна (23,6 ц/га), дещо вищі — у сорту Саламанка (26,7 ц/га), тоді як озимі сорти (Баллтрап і НС Мороз) забезпечили найбільшу продуктивність — 29,8 і 30,2 ц/га відповідно. Різниця між озимими та ярими формами становила 3,1-6,8 ц/га на користь озимих форм, що при НІР для фактору В 1,24 підтверджує статистичну достовірність цієї прибавки.

Збільшення норми амофосу до 44 кг/га сприяло підвищенню врожайності всіх досліджуваних сортів у межах 1,2–2,6 ц/га порівняно з контролем. В цьому зв'язку рівень врожайності зріс до 24,8-32,6 ц/га.

Різниця між озимими та ярими сортами була в межах 4,3-7,8 ц/га, переважали озимі форми. Зважаючи, що НІР для фактору В становить 1,24 це є статистично доведена достовірність.

Частка впливу факторів підтверджує домінуючу роль сортових особливостей порівняно до кратного збільшення припосівного удобрення (81,4 до 8,1 %), що підкреслює важливість правильного вибору сортів гороху.

Структура врожаю є інтегральною характеристикою, що визначає кінцеву продуктивність рослин гороху та відображає вплив сортових особливостей і умов мінерального живлення.

Серед досліджуваних сортів озимі форми (Баллтрап і НС Мороз) продемонстрували стабільно вищі значення всіх елементів структури врожаю порівняно з ярими сортами. Це пояснюється їх здатністю використовувати зимово-весняні запаси вологи та тривалим вегетаційним періодом, що забезпечує формування більшої генеративної продуктивності.

Підвищення норми припосівного удобрення амофосом із 22 до 44 кг/га забезпечило зростання всіх елементів структури врожаю гороху, зокрема кількості бобів, насінин та маси зерна з рослини, а також маси 1000 насінин.

Озимі сорти гороху більш інтенсивно реагували на збільшення стартової дози фосфору, що проявилось у більшій кількості генеративних органів та вищій масі зерна.

Сорт НС Мороз виявив найвищі показники за кількістю бобів та насінин, що свідчить про його високу продуктивність за умов покращеного фосфорного живлення.

Розрахунки економічної ефективності показали, що кращі економічні показники: дохід 24 481,8 грн./га, найменший рівень собівартості і найвищу рентабельність 100,3 % отримали у варіанті з вирощуванням озимого гороху Баллтрап за припосівного внесення амофосу у дозі 44 кг/га.

Представлені результати досліджень свідчать, що збільшення припосівної норми добрив підсилює потенціал врожайності зерна гороху, покращує показники структури врожаю. Озимі сорти переважають над ярими за всіма основними показниками росту, розвитку та формування врожайності рослин.

Список використаних джерел

1. Zhang H. et al. Integrated agronomy of pea (*Pisum sativum* L.). *Frontiers in Plant Science*. 2025. Том 16, стаття 1670445. С. 24–36.
2. Іщенко В.А., Козелець Г.М., Гирка А.Д. *Горох у Степу України: монографія*. Київ. Аграрна наука. 2020. 132 с.
3. На Кіровоградщині озимим горохом засіяли рекордну за 5 років площу. URL: https://agroportal.ua/news/rasteniievodstvo/na-krovogradshchini-ozimim-gorohom-zasiyali-rekordnu-za-5-rokiv-ploshchu?utm_source=chatgpt.com
4. Бурикіна С. І. Агрономічна ефективність добрив при вирощуванні гороху в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник аграрних наук*. 2020. № 114. С. 45–53.
4. Yermolaiev V. M. et al. Modern trends in pea cultivation in Ukraine. *Таврійський науковий вісник аграрних наук*. 2022. № 136 (частина 1). С. 17–26.
5. Тонкощі вирощування озимого гороху. Інтерв'ю з Ігорем Карабановим. *Агроном*. 2018. URL: <https://www.agronom.com.ua/igor-karabanovvlasnyk-tov-nvk-rostok-kiv/>
6. Інтенсифікація польового кормовиробництва / Проскура І. П., Бабич А. І., Квітко Г. П. та ін.; за ред. Проскури І. П. Київ : Урожай, 1985. 168 с.
7. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. *Рослинництво : Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур*. Львів : Українські технології, 2006. 730 с.
8. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. *Зерновиробництво*. Львів : Українські технології, 2008. 624 с.
9. Розвадовський А. М. *Інтенсивна технологія вирощування гороху*. Київ : Урожай, 1988. 96 с.
10. *Рослинництво : підручник* / В. Т. Влох, С. В. Дубновецький, Г. С. Кияк, Д. М. Оничук; за ред. В. Г. Влоха. Київ : Вища школа, 2005. 382 с.
11. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. *Рослинництво : підручник* / за ред. О. І. Зінченка. Київ: Аграрна освіта, 2001. С. 332–333.

ВРОЖАЙНІСТЬ ПОЛУНИЦІ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ В СТЕПУ УКРАЇНИ

*Л. Сало, к.с.-г.н., доцент;
О. Корецький, студент*

Центральноукраїнський національний технічний університет

Вирощування ягідних культур завжди було популярним в Україні. Серед асортименту вирощуваної продукції полуниця займає перше місце, як за популярністю, так і за обсягами вирощування. Суниця широко представлена в багатьох країнах та в різних зонах планети завдяки пристосуванню до різноманітних зовнішніх умов.

Як свідчить аналіз стану вирощування полуниці, опублікований ФАО, в останні 20 років світове виробництво ягід збільшилось на 53%. Так, в 2022–2024 роках виробництво полуниці перевищує 9 млн тонн. Основні країни продуценти Китай, США, Єгипет, Туреччина та Іспанія. Асортимент культури надзвичайно широкий, світова колекція налічує понад 2,5 тисячі сортів [1].

На жаль, попит на продукцію ягід полуниці перевищує пропозицію. Врожайність залишається недостатньо високою, крім того, період плодоношення є доволі коротким. Так, за статистичними даними, виробництво суниці в Україні у 2023 р. складало біля 55 тис. т. Нестача продукції частково замінювалась експортом, що не є позитивним фактором [2, 3]. Необхідно нарощувати власне виробництво і є ряд факторів, які можуть це забезпечити. Мова йде про мінеральні добрива. Крім основного живлення азотом, фосфором та калієм значний вплив на врожайність полуниці мають мікроелементи, які підвищують накопичення цукрів у плодах.

Мінеральне живлення є одним із ключових факторів, що визначають ріст, розвиток і плодоношення суниці. У зв'язку з посиленням утворення листової маси, значної кількості квітконосів і ягід ця культура потребує оптимального забезпечення поживними речовинами. Оскільки коренева система суниці переважно поверхнева, рослина гостро реагує навіть на незначні зміни в доступності макро- та мікроелементів [4].

Попри незначний вміст в рослинах, мікроелементи суттєво впливають на фізіологічні процеси рослин. Марганець, мідь, цинк і бор необхідні для нормального фотосинтезу, синтезу білків і регуляції гормональних процесів [5].

Протягом вегетації рослини по-різному засвоюють поживні речовини: молоді кущі споживають у 3–5 разів більше елементів на одиницю сухої маси порівняно з дорослими. Суниця вирізняється здатністю ефективно засвоювати поживні елементи, хоча з урожаєм ягід виноситься лише їх незначна частина. У живленні цієї культури виділяють два критичні періоди: весняний — коли формуються й диференціюються квіткові бруньки, та осінній — наприкінці вегетації, коли закладаються плодові бруньки й активно росте коренева система. У ці фази рослини мають бути забезпечені оптимальними дозами поживних речовин, передусім азоту та фосфору.

До початку цвітіння суниця поглинає близько 20 % від загальної потреби в елементах живлення за сезон. Найінтенсивніше засвоєння поживних речовин відбувається під час цвітіння й формування врожаю. Понад 40 % фосфору та калію рослини споживають у період плодоношення (приблизно три тижні), тоді як азот надходить рівномірно протягом усього вегетаційного періоду. У промисловому вирощуванні поряд із сортами довгого дня дедалі більшого поширення набувають сорти нейтрального дня, що здатні до тривалого плодоношення. Вони відрізняються від ремонтантних, які на півдні формують другий урожай у серпні–жовтні. [6].

У фазі розсадного періоду суниця інтенсивно поглинає фосфор і калій, що стимулює розвиток кореневої системи. Після висаджування на постійне місце зростає

потреба в азоті, який забезпечує активний ріст листків і пагонів. У період формування плодів азотне живлення має бути помірним, а калійне – посиленним, адже калій підвищує цукристість, лежкість і стійкість ягід до хвороб [7-15].

Тобто, збалансоване мінеральне живлення суниці є основою для отримання високих урожаїв, покращення якості плодів і підвищення стійкості рослин до стресових факторів.

Полуниці позитивно реагують на удобрення. Оскільки існує великий сортимент даної культури і широкий вибір комплексних добрив, важливо дослідити сорти в конкретному поєднанні з добривами.

Метою наших досліджень було визначити кращу систему удобрення з врахуванням біологічних особливостей сортів полуниць в умовах Степу України. У зв'язку з цим було проведено дослідження впливу мінерального живлення на два сорти суниці садової – Червона мрія та Клері. У дослідженні застосовували два види комплексних добрив: Yara Tera Kristalon Red (Кристалон Червоний) та Stimul NPK (Стимул).

В роботі проводили порівняння площі листової поверхні, що припадає на одну квітку рослини суниці садової залежно від застосованих добрив. Показник розраховано як співвідношення загальної площі листової поверхні до кількості квіток, що дозволяє оцінити рівень забезпеченості генеративних органів асиміляційною поверхнею. Як показали дослідження, в обох сортів – Червона мрія і Клері – використання мінеральних добрив сприяло зростанню площі листків у розрахунку на одну квітку порівняно з контролем. У сорту Червона мрія цей показник підвищився з 24 см²/квітку у контролі до 30,3 см²/квітку при внесенні STIMUL NPK і до 27,8 см²/квітку за використання Кристалону Червоного. Сорт Клері мав загалом вищі значення цього показника: 29,4 см²/квітку у контролі, 41,1 см²/квітку при використанні STIMUL NPK і 40,9 см²/квітку за застосування Кристалону Червоного. Таким чином, у сорту Клері співвідношення площі листків до кількості квіток було вищим, що свідчить про кращу асиміляційну здатність і більший потенціал для формування врожаю.

Рослини із забезпеченим мінеральним живленням мали вищу віддачу врожаю в усі строки плодоношення, а також більш рівномірну динаміку формування маси ягід протягом сезону.

Проведені дослідження динаміки формування врожаю плодів двох сортів суниці садової – Червона мрія та Клері засвідчили суттєвий вплив як сортових особливостей, так і застосованих мінеральних добрив на масу ягід упродовж усього періоду плодоношення.

Таблиця 1.

Врожайність плодів полуниці залежно від мінеральних добрив

№	Фактор А (сорт)	Фактор В (добрива)	Врожайність, ц/га	Різниця до контролю		Середня за фактором	
				ц/га	%	А	В
1	Червона мрія	контроль без добрив	256,2	-	-	360,1	285,7
2		Стимул NPK	362,7	106,5	41,6		
3		Кристалон Червоний	485,3	229,1	89,4		
4	Клері	контроль без добрив	315,2	-	-	430,4	516,8
5		Стимул NPK	427,7	112,5	35,7		
6		Кристалон Червоний	548,4	233,2	74,0		
NPK05			A-20,434 B-25,026 AB-35,393				
Частка впливу фактора, %						84,9	9,3

У всіх строках збирання встановлено стабільну перевагу варіантів із внесенням комплексних добрив порівняно з контролем, що підтверджує високу чутливість культури до оптимізації мінерального живлення.

Найбільш виражений позитивний ефект забезпечило добриво Кристалон Червоний, яке сприяло збільшенню маси плодів упродовж усіх п'яти збирань, при чому приріст був істотним як у сорту Червона мрія, так і у сорту Клері. Добриво Стимул NPK також покращувало продуктивність, проте його дія була менш інтенсивною.

Між сортами виявлено помітні відмінності: сорт Клері відзначився вищим рівнем урожайності та більшою стабільністю плодоношення, тоді як Червона мрія мала нижчі, але більш рівномірні показники. Це свідчить про кращий потенціал сорту Клері щодо реалізації генетично зумовленої продуктивності в умовах інтенсивного живлення.

У межах проведених досліджень було оцінено врожайність ягід, як реакцію різних сортів полуниці на застосування комплексних добрив із різним складом поживних елементів.

Обидва досліджувані сорти позитивно реагували на внесення комплексних добрив, проте інтенсивність цього ефекту була різною. Найвищі показники врожайності забезпечувало застосування Кристалону Червоного, тоді як Стимул NPK показав стабільне, але дещо нижче підвищення продуктивності. Контрольні варіанти без добрив мали помітно нижчі показники, що підтверджує високу потребу культури в макро- і мікроелементах.

Таким чином, результати підрозділу переконливо доводять, що оптимізація системи мінерального живлення є ключовим чинником підвищення врожайності полуниці, а використання комплексних добрив дозволяє у 1,5–2 рази збільшити продуктивність залежно від сорту. Отримані дані можуть бути основою для формування ефективних схем удобрення у виробничих умовах.

Комплексні добрива забезпечують оптимальне співвідношення вегетативних і генеративних органів. Найвищу врожайність у досліді отримали від сорту Клері, найбільший ефект мало добриво Кристалон Червоний.

Список використаних джерел

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAOSTAT: Crops and livestock products — Strawberry production, 2022–2024. Rome: FAO, 2024. URL: <https://www.fao.org/faostat>
2. Босий О. Нові перспективні сорти суниці садової італійської селекції для умов України. Журнал Ягідник, 2023. URL: <https://www.jagodnik.info/novi-perspektyvni-sorty-sunytsi-sadovoyi-italijskoyi-selektsiyi-dlya-vyroshhuvannya-v-umovah-ukrayiny>.
3. Попрощка В. М., Мостов'як С. М., Мостов'як І. І. Економічна оцінка вирощування суниці садової за різних систем захисту рослин у Правобережному Лісостепу України. Збалансоване природокористування. 2021. № 4. С. 107–116.
4. Бублик М.О. Суниця садова: біологія, технологія вирощування. — Київ : Урожай, 2010. — 192 с.
5. Примак І.Д., Примак О.І. Агрохімія польових культур. — Київ : ТОВ «Аграрна освіта», 2015. — 428 с.
6. Глушенко Л.Д. Ягідництво. — Київ : Центр учбової літератури, 2018. — 220 с.
7. Дідив А.І. Удобрення плодових і ягідних культур. — Львів : Сполом, 2013. — 268с.
8. Книш І.Б. Урожайність суниці залежно від рівня мінерального живлення. — Збірник наукових праць Уманського НУС. — 2019. — Вип. 93. — С. 112–118.
9. Козлова І. І. Технологія виробництва високопродуктивної розсадита сортимент полуниці для різних систем обробітку /І. І. Козлова //Головний агроном. – 2010. – №3. - С. 23
10. Коломієць Е.І. Біопрепарати – на зміну хімічним/Е.І. Коломієць, Т. В. Романовська, Н. А. Здор // Захист та карантин рослин. – 2006, № 10. – С. 18-20.
11. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/564-tekhnolohichni-aspekty-vyroshchuvannia-polunytsi.html>
12. <https://imexagro.com.ua/digest/doglyad-za-polunytskyu.htm>
13. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/itemlist/tag/полуниця.html>
14. <https://sor.zaran.v.ua/articles/viroshhuvannja-sunici-gidroponik.html>
15. http://melnicabiz.com.ua/ideas_new2/5_biznes_vyrashhivanie_klubniki.html

ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ ПЛОДІВ ТОМАТІВ В СТЕПУ УКРАЇНИ

Л. Сало, к.с.-г.н., доцент;

Д. Літвінчук, студент

Центральноукраїнський національний технічний університет

У практиці світового овочівництва томат є однією з ключових овочевих культур, як у відкритому, так і в закритому ґрунті. До овочевої продукції ставлять підвищені вимоги якості, що спричинило виникнення і розвиток органічного землеробства.

Зростання попиту на органічні томати пояснюють посиленням уваги споживачів до безпечності продукції, відсутності залишків пестицидів і покращених нутрієнтних властивостей. Основою органічної технології є також відновлення родючості ґрунту через органічні добрива, що покращує екологічну ситуацію. Попит на органічні томати стабільно зростає, а ринок органічних овочів є одним із найбільш динамічних сегментів аграрної продукції [1].

Сучасні сорти й гібриди мають бути максимально адаптованими до новітніх технологій вирощування та здатними успішно конкурувати на ринку. Запровадження у виробництво більш продуктивних і вдосконалених сортів сприяє підвищенню урожайності, покращенню здатності рослин витримувати стресові умови, підсиленню їхньої стійкості до хвороб і шкідників, зростанню обсягів та покращенню якості отриманої продукції. Крім того, це розширює можливості механізації процесів висіву, догляду за посівами та збирання врожаю [2].

В цьому зв'язку ми досліджували характер формування врожаю різних сортів великоплідних, коктейльних томатів та томатів черрі.

У світовій практиці томат є однією з ключових овочевих культур органічного землеробства, як у відкритому, так і в закритому ґрунті. Зростання попиту на органічні томати пояснюють посиленням уваги споживачів до безпечності продукції, відсутності залишків пестицидів і покращених нутрієнтних властивостей. Огляд сучасних досліджень свідчить, що попит на органічні томати стабільно зростає, а ринок органічних овочів є одним із найдинамічніших сегментів аграрної продукції. [13].

Нормативною основою органічного рослинництва на глобальному рівні є стандарти та норми IFOAM, які визначають загальні принципи органічного виробництва, вимоги до удобрення, захисту рослин, сівозмін, переробки та маркування органічної продукції [14].

За даними дослідження, проведеного редакцією журналу «Агросвіт України» упродовж травня – жовтня 2010 року, лише близько 3% вирощених в Україні томатів можна віднести до категорії повністю їстівних. Решта 97% належать до групи умовно їстівних, причому приблизно 25% із них за показниками наближені до отруйних. Випадки отруєння томатами трапляються рідше, ніж кавунами, головним чином тому, що за один прийом люди зазвичай споживають значно менше томатів. Водночас варто пам'ятати, що кожен кілограм умовно їстівних томатів, який потрапляє в раціон, негативно впливає на здоров'я. Це твердження певною мірою стосується й інших овочів та фруктів [29].

З точки зору урожайності, більшість порівняльних дослідів свідчать, що органічні системи дещо поступаються інтенсивним традиційним технологіям за валовим збором, особливо на стартових етапах переходу, однак за правильно підбраною системою удобрення, сортів і сівозміни різниця в урожайності може суттєво скорочуватися. У деяких трирічних експериментах отримано наближені до традиційних або лише на 10–15 % нижчі врожаї органічних томатів [20].

Практичний досвід формують як середні, так і великі господарства. Ряд українських компаній (наприклад, Agrofusion та інші виробники томатної пасти) започаткували органічне томатопереробне виробництво, виділяючи частину земель спеціально під органічні технології, що свідчить про інтерес до розширення ніші органічної сировини для переробки. Окремі підприємства реалізували проекти з виробництва органічних в'ялених томатів та інших продуктів глибокої переробки, орієнтованих як на внутрішній, так і на експортний ринки [30].

В Україні органічне томатівництво перебуває на етапі активного формування, тому доцільно вивчати його на прикладі конкретних сортів.

Сортимент томатів надзвичайно широкий. Існують окремі групи томатів за розміром плодів. Кожна з них має свої переваги, тому цікаво було вивчити реакцію різних груп на органічну систему вирощування.

Метою наших досліджень було визначити кращий сорт томатів серед кожної з трьох плодкових груп (крупноплідні, коктейльні, черрі) в умовах Степу України.

У зв'язку з цим було проведено дослідження шести сортів томатів: Волове серце рожеве, Волове серце золоте, Зелений тигр, Чіо-Чіо-Сан, пляжний черрі і Золотий черрі.

У всіх сортових груп простежувалася спільна закономірність характеру плодоутворення: найбільш інтенсивне плодоутворення припадає на середину літа, після чого наростання маси плодів сповільнюється. Наприкінці вегетації добові прирости у всіх сортів зменшувалися майже вдвічі, а в окремих сортів — у 3–4 рази порівняно з піковими значеннями. Це зумовлено сезонним зниженням температур, скороченням світлового дня та поступовим завершенням репродуктивної фази рослин.

Таким чином, динаміка формування маси плодів чітко відображає сортові особливості та потенціал кожної плодової групи. Крупноплідні томати забезпечують найвищу врожайність, проте їх плодоношення є більш концентрованим у часі. Коктейльні сорти формують урожай рівномірніше, але характеризуються нижчими темпами приросту. Черрі-томати поєднують помірну сумарну масу з високою інтенсивністю плодоутворення у піковий період.

Існує чітко виражений період максимального плодоношення. Для всіх сортових груп пік приросту припадає на кінець липня — середину серпня (30.07–15.08). Після середини серпня спостерігається спад інтенсивності росту. Після цього періоду спостерігається поступове зменшення темпів наростання маси плодів, що пов'язано зі скороченням тривалості світлового дня і фізіологічним старінням рослин. Коктейльні та черрі-томати мають більш рівномірне та тривале плодоношення. Хоча їхня загальна маса значно менша, вони формують велику кількість дрібних плодів і демонструють більш плавні криві накопичення врожаю.

Порівняльний аналіз урожайності сортів томатів різних плодкових груп дає змогу виявити суттєві відмінності у формуванні врожаю та визначити потенційно найпродуктивніші варіанти для подальшого вирощування. Найвищою продуктивністю відзначилися сорти крупноплідної групи. Зокрема, сорт Волове серце рожеве продемонстрував максимальну врожайність — 58,34 т/га, що перевищує середнє групове значення 52,94 т/га майже на 5,4 т/га. Це свідчить про високий генетичний потенціал сорту та добру адаптивність до умов вирощування. Другий сорт цієї групи — Волове серце золоте — сформував дещо нижчу врожайність (47,54 т/га), але його показник також значно перевищує результати інших груп, що підтверджує загальну тенденцію до високої продуктивності крупноплідних форм.

Коктейльна група сортів характеризувалася значно нижчим рівнем урожайності порівняно з крупноплідною. Так, сорт Зелений тигр забезпечив урожайність 9,62 т/га, а сорт Чіо-Чіо-Сан — 12,20 т/га. Середня врожайність у цій групі становила 10,91 т/га, що майже у п'ять разів менше, ніж у крупноплідних сортів. Подібна різниця може бути пояснена біологічними особливостями коктейльних сортів, зокрема їх спрямованістю на

формування великої кількості плодів невеликої маси, а не на накопичення загальної товарної маси врожаю.

Дещо вищі результати були отримані для групи черрі. Сорт Пляжний черрі сформував урожайність 11,65 т/га, тоді як сорт Золотий черрі показав найвищий результат у межах цієї групи — 12,60 т/га. Середнє групове значення становило 12,12 т/га, що робить групу черрі продуктивнішою за коктейльну, але все ж значно менш урожайною порівняно з крупноплідними сортами. Відносно стабільні показники в групі черрі свідчать про їх високий адаптивний потенціал, вирівняність плодоношення та здатність підтримувати урожайність за умов мінливого середовища.

Таблиця 1.

Врожайність плодів томатів різних плодових груп

№	Сорти	Плодова група	Врожайність, т/га	Середня у групі, т/га
1	Волове серце рожеве	крупноплідні	58,34	52,94
2	Волове серце золоте		47,54	
3	Зелений тигр	коктейльні	9,62	10,91
4	Чіо-Чіо-Сан		12,20	
5	Пляжний черрі	черрі	11,65	12,12
6	Золотий черрі		12,60	
НІР05			6,8	

Товарність є важливим агроекономічним показником, оскільки вона впливає на реальну рентабельність виробництва, ефективність сорту в промисловому вирощуванні, можливість довготривалого зберігання та транспортування, товарну привабливість для споживача.

Серед крупноплідних сортів найвищу частку товарної продукції забезпечив сорт Волове серце рожеве, у якого товарні плоди становили 43,58 т/га, або 84,7 % загального врожаю. У сорту Волове серце золоте частка товарної продукції була дещо нижчою — 39,08 т/га (82,2 %). Водночас нетоварна частина в цій групі досягала 14,76 т/га (25,3 %) та 8,46 т/га (27,8 %) відповідно, що може бути пов'язано з більшим ризиком деформацій і пошкоджень у великих плодів.

Серед коктейльних сортів відзначено вищу частку товарних плодів порівняно з крупноплідними. Так, у сорту Зелений тигр товарна частка становила 84,8 % (8,16 т/га), а нетоварна — 15,2 % (1,46 т/га). У сорту Чіо-Чіо-Сан товарність була ще вищою — 89,4 %, що відповідає 10,91 т/га товарної продукції, та лише 10,4 % (1,29 т/га) нетоварної.

Найвищі показники товарності спостерігалися у групі черрі. Сорт Пляжний черрі сформував 97,2 % товарних плодів (11,32 т/га) та лише 2,8 % нетоварних (0,33 т/га). Сорт Золотий черрі продемонстрував найкращий результат серед усіх досліджуваних сортів — 98,4 % товарних плодів (12,39 т/га) та лише 1,6 % нетоварних (0,21 т/га). Така тенденція зумовлена високою стійкістю дрібних плодів до механічних пошкоджень та їх рівномірним формуванням.

Вміст сухої речовини є важливим показником якості плодів томатів, оскільки визначає їх смакові, харчові та технологічні властивості. Дослідження показали, що сорти, належні до різних плодових груп, суттєво відрізняються за цим показником.

У групі крупноплідних томатів вміст сухої речовини був найнижчим. Сорт Волове серце рожеве накопичив 9,6 %, а Волове серце золоте — 8,7 %, при середньогруповому значенні 9,2 %. Невисока концентрація сухої речовини у великих плодах пов'язана з вищим вмістом клітинного соку та меншою часткою структурних і розчинних компонентів у м'якоті.

Коктейльні сорти, навпаки, продемонстрували найвищі значення. Сорт Зелений тигр мав максимальний показник серед усіх досліджуваних — 12,8 %, тоді як сорт Чіо-Чіо-Сан — 11,3 %. У середньому група накопичила 12,0 % сухої речовини. Це свідчить про більш щільну структуру плодів, високу концентрацію цукрів та інших біохімічно активних речовин.

Сорти черрі характеризувалися стабільно високим рівнем сухої речовини. У сорту Пляжний черрі показник становив 10,6 %, а у Золотого черрі — 11,8%, при середньому значенні 11,2 %. Такий рівень є типовим для дрібноплідних сортів, які формують щільні, концентровані плоди з багатими смаковими властивостями.

Коктейльні та черрі-томати мають більш рівномірне та тривале плодоношення, хоча за масою крупноплідна група більш урожайна. Найвищою товарністю відзначаються сорти черрі, тоді як крупноплідні сорти демонструють нижчу частку товарної продукції. Дрібноплідні сорти (черрі та коктейльні) мають вищий вміст сухої речовини порівняно з крупноплідними.

Список використаних джерел

1. Scuderi, A., Timpanaro, G., Foti, V. Analysis of global warming potential: organic vs. conventional tomatoes // *Agricultural Economics (Czech Republic)*. – 2023. – Vol. 69, No. 7. – P. 1–13.
2. Литвиненко О. В Україні домінують сорти іноземної селекції. – 2019. URL: <https://pro-of.com.ua/v-ukraïni-dominuyut-sorti-inozemnoï-selekcii>
3. Bosona, T., Gebresenbet, G. Life cycle analysis of organic tomato production and supply in Sweden. *Journal of Cleaner Production*. – 2018. – Vol. 196. – P. 635–643.
4. Scuderi, A., Timpanaro, G., Foti, V. Analysis of global warming potential: organic vs. conventional tomatoes. *Agricultural Economics (Czech Republic)*. – 2023. – Vol. 69, No. 7. – P. 1–13.
5. Agrofusion: вирощування органічних та звичайних томатів. *Latifundist.com*. – URL: <https://www.inagro.ua/uk/vyroshhuvannya>
6. Kuepper, G. Organic tomato production. *ATTRA Sustainable Agriculture Program*. – URL: <https://attra.ncat.org/publication/organic-tomato-production/>
7. В Україні вперше виготовили органічні в'ялені томати. *TechHorticulture*. – 2022. – URL: <https://techhorticulture.com/v-ukrayini-vpershe-vygotovyly-organichni-v-yaleni-tomaty/>
8. Барабаш О. Ю. Овочівництво : підручник / О. Ю. Барабаш. — К. : Вища школа, 1994 — 374 с.
9. Барабаш О. Помідори / О. Барабаш, В. Хареба, С. Гутиря. — К. : Знання, 1993. — 30 с.
10. Гаврись І. Л. Використання ростових речовин при вирощуванні розсади помідора для продовженої культури / І. Л. Гаврись. // *Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених / Уман. нац. ун-т садівництва*. — Умань : УДАУ. — 2008. — Ч. 1 : Агроніомія. — С. 197–198.
11. Гаврись І. Л. Вміст важких металів у плодах помідорів за використання регуляторів росту рослин / І. Л. Гаврись // *Науковий вісник*. — Київ. — 2008. — № 123. — С. 195–200.
12. Гаврись І. Л. Формування врожаю гібридів F1 помідора Раїса та Маєва за використання регуляторів росту рослин / І. Л. Гаврись // *Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету / Уман. нац. ун-т садівництва*. — Умань : УДАУ. — 2006. — Вип. 63, ч. 1 : Агроніомія. — С. 197–202.
13. Кузьменко В. І. Основні хвороби помідора та обґрунтування заходів по обмеженню їх шкідливості в умовах Лівобережного Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с-г. наук : спец. 06.01.11 «Фітопатологія» / В. І. Кузьменко. — Харків : Плейда, 2017. — 22 с.
14. Куц Г. М. Вміст елементів живлення та їх винос урожаєм томатів залежно від умов вирощування / Г. М. Куц // *Таврійський науковий вісник*. — Херсон. — 2004. — Вип. 34. — С. 201–205.
15. Куц О. Технологія вирощування помідорів у Лівобережному Лісостепу / О. Куц // *Овочівництво*. — 2019. — № 11. — С. 133–135. – див. журнал *Пропозиція* № 11, 2019 р.
16. Мельничук А. А. Особливості ринку овочевої продукції / А. А. Мельничук // *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва / Уман. нац. ун-т садівництва*. — Умань : УНУС. — 2012. — Вип. 81, ч. 2 : Економіка. — С. 112–118. 41.
17. Мельничук Т. М. Зміни чисельності мікроорганізмів в ризосферному ґрунті помідорів під дією біопрепаратів / Т. М. Мельничук, Т. Ю. Пархоменко, Л. М. Татарин // *Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування* — Київ. — 2008. — С. 322–330.

INNOVATIONS OF MECHANICAL ENGINEERING IN THE TECHNOLOGIES OF GROWING AGRICULTURAL CROPS

*N. Trykina, lecturer;
D. Trykin, the chief engineer is a designer;
Dm. Trykin, student
Central Ukrainian National Technical University*

Modern agricultural engineering does not just create agricultural machines and equipment - it offers high-tech solutions that allow to increase the efficiency, accuracy, uniformity and economy of the sowing process. This is especially true for precision sowing technologies, when applying which it is important to maintain uniformity of embedding depth and proper contact of the seed with the soil, control the row elements, adapt the machines to the field conditions and reduce losses due to uneven germination or ungerminated seeds.

All equipment manufacturers pay attention to these issues, as producers use all possible means available to obtain high crop yields. Among such manufacturers is the company "Precision Planting", which offers a series of such sowing solutions that complement or modernize existing seed drills.

The Precision Planting brand is a leading provider of precision farming technology and equipment. The company specializes in developing intelligent solutions that help farmers improve the efficiency of their growing processes to achieve higher crop yields. [1-13].

Precision Planting's main activities are aimed at:

- modernization of existing equipment: the company offers solutions that can be installed on seed drills and other equipment from various manufacturers (both domestic and European brands, including John Deere, Maschio Gaspardo, Monosem) to turn it into a high-precision system;
- improvement of precision seeding technology: develops innovative systems, such as ESet vacuum sets and Delta Force downforce control systems, which ensure sowing accuracy of up to 99%, regardless of driving speed (up to 16 km/h) and field conditions;
- develops fertilizer application solutions: offers systems for precise application of liquid fertilizers, which optimizes resource use and reduces costs;
- conducts continuous monitoring and analytics: provides monitors and software for collecting data during sowing, which allows farmers to make informed decisions and improve farm management.

An example of innovative developments for high-quality sowing is PrecisionPlanting CleanSweep - a row cleaner control system, which consists of pneumatic cylinders that allow you to change the pressure/pressure of the cleaner without leaving the cabin [14].

Another development by PrecisionPlanting, DeltaForce, is an automatic system for controlling the downforce on each row of the planter, which replaces springs or pneumatic beams with hydraulic cylinders with weight sensors [15].

The PrecisionPlanting FurrowForce automated furrow closing system is a two-stage mechanism that adapts to seeding conditions, removing air pockets, compacting the soil and conserving moisture.

The PrecisionPlanting Keeton Seed Firmer gently presses each seed into the bottom of the furrow, improving seed-to-soil contact [16].

The next development is the PrecisionPlanting mSet multi-hybrid planting system - it allows you to sow two hybrid seeds from one hopper, switching "on the fly" depending on the field area.

The PrecisionPlanting Ready Row Unit seeding unit kit allows you to update or modernize existing planters by replacing only the row sections, not the entire unit [5].

PrecisionPlanting SmartDepth seeding depth adjustment system allows you to quickly change the depth of each row section from the cab depending on field conditions [4].

All these solutions from the company "Precision Planting" are not just "additional options", but elements that eliminate real problems in the sowing process: different depths, uneven contact of seeds with the soil, uncrushed predecessor residues, variations in the field in the plane, insufficient control, and so on.

Investing in such systems by farmers is advisable, because when the farm already has significant sown areas, this requires a more thorough approach to the accuracy of all technological measures. To do this, farmers are recommended to assess the condition of their fields, taking into account the existing crop residues, soil heterogeneity, problems with depth or compaction; calculate the farm's losses due to insufficient accuracy and the use of a ready-made solution.

At the same time, it is worth considering that modernization requires compatibility with the equipment available on the farm, operator training, and service support.

References

1. PRECISION PLANTING. Official site. URL: <https://www.precisionplanting.com/> (date of application 1.10.2025).
2. Precision Maxx. mSet – Multi-Hybrid Planting System; Ready Row Unit; Reveal Row Cleaner. URL: <https://www.precisionmaxx.com/products/precision-planting/> (date of application 11.10.2025).
3. <https://traktorist.ua/brands/precision-planting> (date of application 5.10.2025).
4. https://arkgroupp.com.ua/ua/g132796244-precision-planting?srsId=AfmBOorsR39krIQ3NJh3jCYGhQ9dip84g_7IzdS5mu2FUQRvocZu7AQ2 (date of application 5.10.2025).
5. <https://www.smartfarming.ua/ohlyad-tekhnohohiy-precision-planting/> (date of application 5.10.2025).
6. https://agsolutions.chcnv.com/?gad_source=1&gad_campaignid=22852286143&gclid=Cj0KCQiA9OnJBhD-ARIsAPV51xP0n0ZZZ7sYhrMVnObj1Gbk-bgvmwB4DPI9iw9IFPLs2B4Yf1JdeJAaArZnEALw_wcB (date of application 5.10.2025).
7. https://www.singularxyz.com/product_detail/SAgro200?gad_source=1&gad_campaignid=19785144452&gclid=Cj0KCQiA9OnJBhD-ARIsAPV51xNjLyMc2tRacTFMN1s1tGbVA5nyyGTUsCs45z_Ric8HocnS67dMt3kaAoxUEALw_wcB (date of application 5.10.2025).
8. Vasytkovska, K. Researches of pneumatic sowing machine with peripheral cells location and inertial superfluous seeds extraction [Text] / K. Vasytkovska, O. Vasytkovskyy, O. Anisimov, N. Trykina // ECONTechMOD. AN INTERNATIONAL QUARTERLY JOURNAL –Lublin; Rzeszow. Vol. 4. No. 4. 2015, 85-89.
9. Васильковська, К. В. Точний висів просапних культур крок до програмування врожаю / К. В. Васильковська, Н. М. Трикіна, О. М. Васильковський // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти. - Вип. 4. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС. 2016. - С. 88-97.
10. Vasytkovska K. Characterization of peripherally based cells of the pneumatic-mechanical seeding machine of accurate sowing for tilled crops / K. Vasytkovska, O. Vasytkovskyy, S. Leschenko, D. Petrenko // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 44 – Кіровоград: КНТУ, 2014. – С. 3-6.
11. Abramova, V., Vasytkovskyy O., Vasytkovska K. Defining quality work of a pneumatic seeding device with an extra disk. ECONTechMOD: an international quarterly journal on economics of technology and modelling processes. – Lublin; Rzeszow. Vol. 5. No. 3. 2016, 191-196.
12. Vasytkovska K.V., Leshchenko S.M., Vasytkovskyy O.M., Petrenko D.I. (2016) Improvement of equipment for basic tillage and sowing as initial stage of harvest forecasting. *INMATEH - Agricultural Engineering*, 50(3). 13-20. (DOI: <https://inmateh.eu/volumes/old-volume/volume-50-no-3-2016/article/improvement-of-equipment-for-basic-tillage-and-sowing-as-initial-stage-of-harvest-forecasting>)
13. Vasytkovska K.V., Vasytkovskyy O.M., Sviren M.O., Kulik G.A. (2018) Analysis of the works performed by pneumatic and mechanical seeding device without using vacuum. *INMATEH - Agricultural Engineering*, 56(3). 25-30.
14. Tonner Precision Services. DeltaForce – Automatic Downforce Control System. URL: <https://www.tonnerprecision.com/products/precision-planting/deltaforce> (date of application 3.10.2025).
15. Precision Planting. SmartDepth – Depth Control System. URL: <https://www.precisionplanting.com/products/planters/smartdepth> (date of application 5.10.2025).
16. Precision Agri Services Inc. Precision Planting Products Overview. URL: <https://www.precisionagriservices.com> (date of application 10.10.2025).

THE INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS ON THE FORMATION OF THE PRODUCTIVITY OF CULTIVATED CARROTS IN THE STEPPE OF UKRAINE

N. Trykina, lecturer;

M. Filipov, student

Central Ukrainian National Technical University

Due to its high nutritional value, economic efficiency, and medicinal and dietary properties, carrots are one of the leading vegetable crops, second only to cabbage and potatoes [1].

The popularity of carrots is explained by their rich chemical composition: carotenoids (dominated by β -carotene), vitamins (C, E, K, B), and minerals (potassium, calcium, phosphorus, iron, and iodine), which help strengthen the immune system, reduce cardiovascular disease, and improve the digestive system.

Thanks to their ability to provide stable yields when technological requirements are met, carrots occupy an important place in the structure of vegetable production in the Ukrainian Steppe. This crop is highly adaptable to regional conditions, provided that the soil is adequately moisturized and balanced nutrition is available. The deep root system allows it to effectively absorb moisture and nutrients from the lower soil layers. Carrots play an important role in crop rotation, helping to improve soil structure and interrupting the development cycle of many pests and diseases.

During periods of moisture deficiency and the threat of high temperatures, risks arise for the formation of high-quality root crop yields, requiring solutions that increase plant stress resistance and productivity. One such solution is the introduction of growth regulators into cultivation technology. They influence the processes of germination, vegetation, root formation, and ripening, which contributes to increased yields and improved commercial and quality characteristics of products [2].

Growth regulators also reduce the damage to root crops caused by late blight and other diseases, including fungal infections. This makes it possible to improve the realization of yield potential even in unfavorable years, which is particularly important for the Steppe regions. In addition, studies show that the use of such regulators has a positive effect on the preservation of quality and shelf life of root crops [3].

The effect of growth regulators depends on the variety. This is due to the genetic characteristics of each variety, such as the rate of leaf and root system development and the ability to redistribute assimilates.

During the research, our goal was to determine the effect of growth regulators on the productivity of carrots in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. The research was conducted using the growth regulators Razormin and Raikat Rise on the carrot varieties Shantane and Nantes, by spraying the plants during the growing season at a rate of 0.5 l/ha. The results of the research show that the use of growth regulators on carrot crops significantly activated the physiological and biochemical processes in plants. This contributed to improved initial growth, the formation of a developed leaf surface, and an increase in the intensity of root biomass accumulation.

Thus, growth regulators show promise in increasing the yield and quality of carrots in the steppe conditions of Ukraine, especially during periods of unfavorable weather conditions.

References

1. Romanov O. V., Yarovy G. I. Vegetable Growing: Textbook. Kharkiv: Biotechbook, 2025. 504 p.
2. Okruško, S.E. The Effect of Growth Stimulants on the Yield of Table Beets and Carrots. Bulletin of Kharkiv National Agricultural University. 2016. No. 2. Pp. 109–114.
3. Potapsky Yu.V., Bezvikonny P.V., Tarasyuk V.A. Effectiveness of chitosan phyto regulators on table carrot crops in the right-bank forest-steppe zone of Ukraine. Tavriya Scientific Bulletin. No. 122. Pp. 123-130.

THE EFFECTIVENESS OF FERTILIZER USE IN TOMATO CULTIVATION IN THE STEPPE OF UKRAINE

N. Trykina, lecturer;

V. Zelinskyi, student

Central Ukrainian National Technical University

Climate change on the planet has global consequences on all continents, including Ukraine. This is especially noticeable in areas with a significant lack of moisture - in the steppe zone. As a result, not only the technology of growing crops has changed, but also the replacement with crops not inherent in the zone. In particular, in the northern Steppe, melons, such as watermelons, melons, began to be widely grown; vegetable crops - cucumbers, tomatoes, peppers and others.

Among vegetable crops, tomato remains one of the most beloved garden crops: the national cuisines of many peoples of the world cannot do without tomatoes in salted, pickled, pickled, dried and fresh form [1]. Tomato fruits have a rich chemical composition, in particular they contain vitamins: A, B1, B2, B5, B6, B9, C, E, PP, H, K; macro- and microelements: calcium, magnesium, sodium, phosphorus, sulfur, iodine, copper, zinc, boron, iron; carbohydrates, fiber, starch and organic acids - they become indispensable in human nutrition [2]. For example, lycopene in tomatoes is one of the most powerful antioxidants and nitrosamine blockers. Its presence contributes to the removal of toxic substances from the human body, which in turn reduces the risks of stomach, rectum and lung cancer [3].

The relevance of the study is caused by the need to develop individual measures in the technology of tomato cultivation, which will allow to obtain higher crop productivity in arid soil and climatic conditions. One of such measures is the use of fertilizers. Due to the constant updating of the assortment of mineral fertilizers, microfertilizers, research to study their effectiveness in the cultivation of agricultural crops, including tomatoes, is necessary and mandatory, especially under the condition of continuity of the plant breeding process.

The application of a certain amount of fertilizers depends on the needs of the crop. Tomato culture is quite demanding on soil fertility, so it is necessary to use fertilizers in the cultivation technology. This is due to the fact that during a relatively short period of vegetation, tomato plants form a large above-ground assimilation surface, which entails the problem of increasing the removal of nutrients from a unit area [4].

Studies conducted in 2025 in the conditions of the Steppe of Ukraine have established that the most effective way to grow the Morelia F1 tomato hybrid is to pre-sow seeds soaked in a solution of microfertilizer "ORAKUL seeds" in the dose recommended by the manufacturer in combination with foliar feeding with mineral fertilizer Plantafol in the doses recommended by the manufacturer at the beginning of the growing season N30P10K10, during budding and flowering N10P54K10 and during fruit setting P25K50, which will provide an increase in tomato fruit yield at the level of 13.6 t/ha or 22%.

References

1. Biological and ecological features of vegetable crops: a textbook / N. V. Nikonchuk and others. Mykolaiv: MNAU, 2020. Pp.76-93.
2. interesting facts about tomatoes. URL: <https://irynaskitchen.com/2016/07/17/cikavi-fakty-pro-pomidory/> (date of application 15/09/2025).
3. Zayets V. A., Neschadym L. P. Lycopene is an important component of high-quality and healthy nutrition. *Food quality and safety: abstracts of reports to the II International Scientific and Practical Conference*, November 12-13, 2015. Kyiv: National University of Food Technologies, 2015. Pp. 46-48.
4. Barabash O. Yu., Taranenko L. K., Sych Z. D. Biological foundations of vegetable growing. Kyiv: Aristei, 2005. 344 p.

ВПЛИВ ГЕРБИЦИДНОГО ЗАХИСТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ

Л. Детиненко, студентка;

Т. Шепілова, к.с.-г.н., доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Соя займає провідну позицію у світовій аграрній системі, і її стратегічне значення для України є не менш вагомим. Ця культура є незамінним джерелом високоякісного рослинного білка та олії, задовольняючи зростаючий попит у харчовій галузі. Крім того, соя виконує фундаментальну роль у забезпеченні кормової бази для ефективного розвитку тваринництва [1, 2].

Відомо, що соя є ключовим компонентом українського переробного сектора. Як важлива олійна культура, вона не тільки гарантує стійке постачання сировини для олійно-жирової промисловості, продукуючи цінні рослинні олії. Водночас, вона слугує незамінним джерелом високопротеїнового шроту, який, у свою чергу, є фундаментальною сировинною основою для виробництва якісних комбікормів [3].

Забур'яненість посівів сої є одним із найбільш критичних лімітуючих чинників, який прямо та суттєво знижує її продуктивність і становить серйозну загрозу для потенційної врожайності.

Негативний вплив починається вже на початкових фазах росту культури, коли молоді сходи сої є надзвичайно вразливими. Відбувається інтенсивна конкуренція за життєво необхідні ресурси – сонячне світло, вологу та елементи живлення. Як правило, бур'яни демонструють більш агресивний та швидкий ріст, часто маючи краще розвинену кореневу систему, що дозволяє їм швидко випереджати культурні рослини. Це призводить до затінення сої та виснаження ґрунтового потенціалу. Така біологічна конкуренція спричиняє пригнічення фотосинтетичної діяльності сої, негативно впливаючи на формування генеративних органів, що виражається у зниженні кількості та розміру бобів, а також у погіршенні посівних і товарних якостей насіння.

Залежно від видового різноманіття, щільності засмічення та тривалості конкурентного періоду, неконтрольоване поширення бур'янів може призвести до катастрофічних втрат урожаю сої, що оцінюються в діапазоні 30-70 % і навіть перевищують ці показники [4, 5]. Ефективний захист є обов'язковою передумовою економічної доцільності вирощування цієї культури.

Для досягнення максимальної продуктивності сої та реалізації її генетичного потенціалу необхідний ефективний контроль бур'янів. Найбільш критичним періодом чутливості культури є перші 30-50 днів після сходів, протягом яких життєво важливо підтримувати максимально вільне від бур'янів середовище [2]. Нехтування цим періодом спричиняє незворотні втрати врожаю. Тому застосування комплексного підходу, що поєднує агротехнічні методи (сівозміна, обробіток ґрунту) та хімічні засоби (ефективні гербіциди), дозволяє мінімізувати негативний конкурентний вплив, створюючи оптимальні умови для повноцінного росту й розвитку сої та розкриття її врожайного потенціалу [3, 6-21].

За підсумками польових експериментів, проведених в умовах Степової зони України, встановлено високу ефективність комбінованої системи гербіцидного захисту посівів сої. Зокрема, найвищий показник технічної ефективності було зафіксовано у варіанті, де застосовувалася комплексна схема із включенням ґрунтових гербіцидів та суміші страхових препаратів (Харнес + Гезагард + Ачіба + Бантен), досягнувши 85,1 %. При цьому, безпосередньо перед збиранням урожаю, ефективність цієї ж схеми захисту зросла до 94,0 %.

Аналіз отриманих даних свідчить, що найвищий показник урожайності був зафіксований при використанні інтегрованої схеми гербіцидного захисту, що поєднувала ґрунтові та страхові препарати. При цьому приріст урожаю порівняно з технологічним контролем (без хімічного захисту) склав 6,3 ц/га, що відповідає 61,8 %. Така комплексна стратегія захисту підтвердила свою здатність забезпечувати високий рівень продуктивності навіть в умовах значної забур'яненості посівів.

Список використаних джерел

1. Куценко В. П., Пащенко Я. В. Оптимізація гербіцидного захисту сої в умовах Західного Лісостепу. Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених "Інноваційні технології в рослинництві". Полтава. 2022. С. 120-123.
2. Зайцев С. В., Зайцева Г. В. Ефективність гербіцидів у посівах сої залежно від погодних умов. *Агроном*, 2019. № 1. С. 108-111.
3. Григоренко І. В. Вплив різних систем гербіцидного захисту на формування врожайності сої в умовах Лісостепу. *Аграрний вісник Причорномор'я*, 2023. № 110. С. 34-40.
4. Шевченко М. В., Бугайова О. В. Вплив післясходових гербіцидів на забур'яненість та урожайність сої в умовах Північного Степу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Серія: Агрономія, 2020. № 98. С. 85-91.
5. Нагірний А. Б., Горбатюк В. Г. Вплив технологічних елементів на продуктивність сої в умовах зрошення. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2023. № 1. С. 110-118.
6. Виробництво та ефективне використання сої та продуктів її переробки в Україні на 2015-2020 роки. URL: <http://agrostore.biz.ua/galuzeva-programavirobnictvo-ta-efektivne-vikoristannyaso%D1%97-ta-produktiv-%D1%97%D1%97-pererobki-v-ukra%D1%97ni-na-2015-2020-roki/>.
7. Didur, I., Bakhmat M., Chynchuk O., Pantsyeva N., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10 (5). P. 54-61.
8. Камінський В.Ф. Значення зернових бобових культур та напрямки їх виробництва. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Селекція та насінництво. 2005. Вип. 90. С. 14-22.
9. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І.М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. Вінниця: ВНАУ, 2020. 276 с.
10. Тулуш Л.Д., Грищенко Д.Ю. Фіскальне регулювання розвитку ринку олійних культур України. *Економіка АПК*. 2018. №5. С. 63.
11. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Іванюк С.В. та ін. *Соя: монографія*. Вінниця: «Діло», 2016. 400 с.
12. Технологія вирощування сої: основні аспекти, поради науковців та досвід практиків. Частина 1. *Суперагроном*. 2023. URL: <https://superagronom.com/articles/686-tehnologiya-viroschuvannya-soyi-osnovniaspekti-poradi-naukovtsiv-ta-dosvid-praktikiv>.
13. Didur, I.M., Tsyhanskyi V.I., Tsyhanska, O.I. etc. (2019) The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank foreststeppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 9(1). 76-80.
14. Беляев О.В. Економічна ефективність зон, придатних для вирощування сої в Україні. *Вісник Сумського НАУ*. Серія: Фінанси і кредит. 2005. №1 (18). С. 225-229.
15. Тимченко В.Н. Розвиток виробництва сої в Україні і ефективне свинарство: Аграрний сектор України. Режим доступу: <http://agroua.net/animals/catalog/ag-4/a-0/info/aig-71/>
16. Серветник О. В. Ефективність позакореневих підживлень сої карбамідом. 2020. *Агроном*. URL: <https://www.agronom.com.ua/efektyvnistpozakorenyeh-pidzhyvlen-soyi-karbamidom/>.
17. Дідур І.М. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень на динаміку формування площі листової поверхні рослин сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022, 27. С. 5-14. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-4-1 10.
18. Zabarna T.A. The formation of soybean phytocenosis and seeds quality depending on the intensification factors. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 4 (19). С. 98-109.
19. Медведовський О. К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. О. К. Медведовський, П. І. Іваненко. Київ : Урожай, 1988. 208 с.
20. Білявська Л. Г., Юхименко К. С., Чамата А. С. Вплив видів передпосівної обробки сої на урожайність та якість насіння. Актуальні напрямки та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва: матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конфер. (м. Полтава, 23 листопада 2023 р.). Полтава: ПДАА, 2023. С. 79-81
21. Білявська Л. Г., Кулик М. І., Білявський Ю. В. Урожайність сої сорту Алмаз за передпосівної обробки насіння біопрепаратами у різних умовах вирощування. *Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2023. Вип. № 79. С. 5–11. DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2023.79.1> <http://izpr.ks.ua/arkhiv?id=93>

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ

Д. Дощенко, студент;

Т. Шепілова, к.с.-г.н., доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет

В Україні відзначається динамічне посилення інтересу до культури сої, яка впевнено зайняла своє місце у структурі посівних площ аграрних господарств. Незважаючи на щорічні коливання, спричинені економічною кон'юнктурою та ринковим попитом, посівні площі під соєю в державі протягом останніх років стабільно перевищують 1,5 мільйона гектарів. Основне зосередження виробництва припадає на центральні, західні та південні області, які мають найбільш сприятливі агрокліматичні умови для її культивування. Цей факт підкреслює стратегічну важливість сої як для забезпечення внутрішніх потреб, так і для зміцнення експортного потенціалу країни [1, 2].

Незважаючи на позитивну динаміку, обумовлену впровадженням сучасних агротехнологій та нових сортів, рівень урожайності сої в Україні досі значно відстає від показників провідних світових виробників. Наприклад, середній показник урожайності в країні протягом 2023–2024 років фіксувався у діапазоні 2,3–2,6 т/га.

Норми висіву сої в Україні значною мірою диференціюються залежно від групи стиглості сорту, оскільки це визначає архітектуру рослини та її здатність до гілкування.

Для ультраранніх та ранньостиглих сортів, які характеризуються меншою схильністю до гілкування, рекомендуються вищі норми висіву (700–900 тис. схожих насінин/га). На противагу цьому, середньостиглі та пізньостиглі сорти, які краще гілкуються і формують боби на бічних пагонах, висівають з меншою густотою (350–600 тис. насінин/га). Правильний вибір норми висіву є ключовим для забезпечення оптимальної густоти стояння, що максимізує використання світла, вологи та живлення [3, 4].

Інокуляція насіння сої в поєднанні із застосуванням стимуляторів росту є вирішальною умовою для повного розкриття її генетичного потенціалу. Інокулянти, які містять живі культури бульбочкових бактерій (*Bradyrhizobium japonicum*), забезпечують ефективну біологічну азотфіксацію. Це дозволяє рослинам засвоювати атмосферний азот, істотно зменшуючи потребу в дорогих мінеральних азотних добривах. Паралельно, стимулятори росту (зокрема гумати, фульвокислоти, амінокислоти та фітогормони) активізують обмінні процеси, посилюють розвиток кореневої системи, підвищують стійкість до стресових факторів та покращують загальне засвоєння поживних елементів. Цей комплексний агротехнологічний підхід є ключовим для підвищення продуктивності та отримання стабільно високих урожаїв сої [2, 5-23].

Польові дослідження з вивчення впливу норм висіву та елементів удобрення на продуктивність сої в умовах Степу України свідчать, що найвищі показники польової схожості насіння (87,4 %) досягаються при нормі висіву 700 тис./га у поєднанні з комплексним живленням ($P_{30}K_{30}$ + інокулянт ХіСтік Соя + стимулятор Домінант). Це забезпечило збільшення схожості до контролю на 5,9 %. Підвищення норми висіву з 700 до 900 тис./га спричинило негативну реакцію, що проявилось у зниженні схожості насіння на 1,7–3,5 %. Щодо виживання рослин протягом вегетації, найкращий результат (89,0 %) також був зафіксований при нормі висіву 700 тис./га за умови застосування комбінації ХіСтік Соя та Домінант.

Виявлено, що найвищий показник урожайності сої – 17,2 ц/га було досягнуто у варіанті із нормою висіву 700 тис. схожих насінин на гектар у поєднанні з повним комплексом живлення ($P_{30}K_{30}$ + ХіСтік Соя + Домінант). При цьому приріст урожаю

порівняно з контролем становив 2,3 ц/га, або 15,4 %. Таким чином, можна зробити висновок, що оптимальне поєднання густоти стояння рослин, збалансованого фосфорно-калійного забезпечення, ефективної біологічної азотфіксації та застосування регуляторів росту є найбільш результативною агротехнологічною стратегією для максимізації продуктивності сої.

Список використаних джерел

1. Величко О.В., Бутенко А.О. Агробіологічні основи вирощування сої. Вінниця: ВНАУ, 2019. 250 с.
2. Мамчич В.П. Технологія вирощування сої. Дніпро: Ліра, 2017. 180 с.
3. Шепілова Т. П. Формування високопродуктивних посівів сої під впливом агротехнічних прийомів в умовах Кіровоградської області: дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 – рослинництво / Інститут зернового господарства Дніпропетровськ, 2009. 157 с.
4. Соя: нові технології вирощування. за ред. В.М. Січкаря. Одеса: ВМВ, 2018. 350 с.
5. Фурман В. А., Фурман О. В., Свистунова І. В. Урожайність і якість насіння сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах Лісостепу Правобережного. Доповіді НУБіП України, 2022, № 2, С. 4-10.
6. Didur, I.M., Tsyhanskyi V.I., Tsyhanska, O.I. etc. (2019) The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank foreststeppe. Ukrainian Journal of Ecology. 9(1). 76-80.
7. Технологія вирощування сої: основні аспекти, поради науковців та досвід практиків. Частина 1. Суперагроном. 2023. URL: <https://superagronom.com/articles/686-tehnologiya-viroshuvannya-soyi-osnovniaspekti-poradi-naukovtsiv-ta-dosvid-praktikiv>.
8. Zabarna T.A. The formation of soybean phytocenosis and seeds quality depending on the intensification factors. Сільське господарство та лісівництво. 2020. № 4 (19). С. 98-109.
9. Беляєв О.В. Економічна ефективність зон, придатних для вирощування сої в Україні. Вісник Сумського НАУ. Серія: Фінанси і кредит. 2005. №1 (18). С. 225-229.
10. Сереветник О. В. Ефективність позакореневих підживлень сої карбамідом. 2020. Агроном. URL: <https://www.agronom.com.ua/efektyvnistpozakorenevih-pidzhivlen-soyi-karbamidom/>.
11. Білявська Л. Г., Кулик М. І., Білявський Ю. В. Урожайність сої сорту Алмаз за передпосівної обробки насіння біопрепаратами у різних умовах вирощування. Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний науковий збірник. 2023. Вип. № 79. С. 5–11. DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2023.79.1> <http://izpr.ks.ua/arkhiv?id=93>
12. Тулуш Л.Д., Грищенко Д.Ю. Фіскальне регулювання розвитку ринку олійних культур України. Економіка АПК. 2018. №5. С. 63.
13. Білявська Л. Г., Юхименко К. С., Чамата А. С. Вплив видів передпосівної обробки сої на урожайність та якість насіння. Актуальні напрямки та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва: матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конфер. (м. Полтава, 23 листопада 2023 р.). Полтава: ПДАА, 2023. С. 79-81
14. Виробництво та ефективне використання сої та продуктів її переробки в Україні на 2015-2020 роки. URL: <http://agrostore.biz.ua/galuzeva-programavirobnictvo-ta-efektivne-vikoristannyaso%D1%97-ta-produktiv-%D1%97%D1%97- pererobki-v-ukra%D1%97ni-na-2015- 2020-roki/>.
15. Дідур І.М. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень на динаміку формування площі листової поверхні рослин сої. Сільське господарство та лісівництво. 2022, 27. С. 5-14.
16. Камінський В.Ф. Значення зернових бобових культур та напрямки їх виробництва. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Селекція та насінництво. 2005. Вип. 90. С. 14-22.
17. Медведовський О. К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. О. К. Медведовський, П. І. Іваненко. Київ : Урожай, 1988. 208 с.
18. Нагірний А. Б., Горбатюк В. Г. Вплив технологічних елементів на продуктивність сої в умовах зрошення. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2023. № 1. С. 110-118.
19. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Іванюк С.В. та ін. Соя: монографія. Вінниця: «Діло», 2016. 400 с.
20. Тимченко В.Н. Розвиток виробництва сої в Україні і ефективне свинарство: Аграрний сектор України. Режим доступу: <http://agroua.net/animals/catalog/ag-4/a-0/info/aig-71/>
21. Шевченко М. В., Бугайова О. В. Вплив післясходових гербіцидів на забур'яненість та урожайність сої в умовах Північного Степу України. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Серія: Агрономія, 2020. № 98. С. 85-91.
22. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І.М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. Вінниця: ВНАУ, 2020. 276 с.
23. Didur, I., Bakhmat M., Chynchyk O., Pantsyryeva H., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. Ukrainian Journal of Ecology. 2020. Vol. 10 (5). P. 54-61.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПІДЖИВЛЕННЯ ПОСІВІВ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ

І. Дриженко, студент;

Т. Шепілова, к.с.-г.н., доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Культура сої формує основу світових ресурсів рослинного білка і є критично важливою для вирішення глобальної продовольчої проблеми. Її широке поширення у багатьох країнах світу пояснюється унікальним хімічним складом та різноманітністю сфер застосування. Насіння сої містить високоякісний білок (зазвичай до 40%), значну частку жирів, а також багатий комплекс біологічно активних речовин, включаючи незамінні вітаміни (особливо групи В та Е), ферменти та цінні зольні елементи. Завдяки такому збалансованому складу соя використовується не лише у харчовій промисловості, але й у тваринництві та технічних галузях [1, 2].

Соя набула особливого стратегічного значення для України, що обумовлено значним потенціалом країни для вирощування цієї культури завдяки сприятливим агрокліматичним умовам та родючим ґрунтам. Вона стала важливою експортною позицією аграрного сектора, забезпечуючи стабільні валютні надходження та посилюючи конкурентні позиції України на глобальному ринку сільськогосподарської сировини. Крім того, розвиток соєвого виробництва стимулює внутрішню переробну галузь та сприяє збереженню родючості ґрунтів як елемент сівозміни.

Вивчення впливу добрив та інокуляції на сою в умовах Степу є критично важливим для оптимізації врожайності, підвищення економічної ефективності та сталого соєводства, оскільки дозволяє визначити оптимальні норми живлення й біопрепаратів для максимальної фіксації атмосферного азоту та покращення родючості ґрунту в регіонах з обмеженими водними ресурсами [3, 4].

Проведені дослідження в наукових установах та господарствах Степової зони України підтвердили значну ефективність інокуляції насіння сої. В умовах нестабільного та часто недостатнього зволоження, характерного для Степу, біологічна фіксація атмосферного азоту набуває особливої важливості, оскільки вона забезпечує рослини доступним азотом, знижуючи їхню залежність від ґрунтових запасів та застосування мінеральних азотних добрив [5].

Результати наукових досліджень щодо використання карбаміду (сечовини) на посівах сої часто є суперечливими, оскільки їхня ефективність суттєво залежить від фази розвитку культури, методу внесення, норми добрива та конкретних агрокліматичних умов регіону. За загальноприйнятою концепцією, основна потреба сої в азоті покривається за рахунок симбіотичної фіксації. Однак, позакореневе підживлення карбамідом може виявитися корисним у критичні періоди інтенсивного росту, або ж у випадках, коли ефективність біологічної азотфіксації є недостатньою.

За результатами досліджень в зоні Степу України виявлено, що сумісне застосування Нітрогену та підживлення посівів комплексом добрив (Карбамід + Авангард Фосфіт К) сприяло формуванню більшої маси рослин – 52,2 г, площі листя – 995,5 см² та висоти рослин – 69,6 см, що переважає абсолютний контроль на 8,1-15,0 %.

Комплексне застосування інокуляції препаратом Нітроген у поєднанні з позакореневим підживленням карбамідом та добривом Авангард Фосфіт К продемонструвало найвищі показники продуктивності сої. Саме за цієї схеми було зафіксовано максимальну кількість бобів (26,0 шт.) та насінин (51,2 шт.) на одній рослині. Крім того, даний варіант забезпечив найбільшу масу насіння з однієї рослини (3,8 г), а також найвищу масу 1000 насінин (145,8 г), що свідчить про формування якісного врожаю.

Список використаних джерел

1. Чехова І. В. Світовий ринок олійних культур і місце України в ньому. Вісник аграрної науки. 2017. № 9. С. 71-77.
2. Пелех Л. В. Вплив елементів технології вирощування на формування продуктивності сої в умовах Правобережного Лісостепу. Сільське господарство та лісівництво. 2021. Вип. 2 (21). С. 109-119.
3. Романько А. Ю. Формування продуктивності сої залежно від елементів технології вирощування в умовах північно-східного Лісостепу України: дис. ... д-ра філософії за спец. 201 «Агрономія» / Сумський національний аграрний університет. Суми, 2021. 261 с.
4. Шевніков М. Я., Міленко О. Г., Лотиш І. І. Урожайність сортів сої залежно від елементів технології вирощування. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2018. № 3. С. 25-32.
5. Шепілова Т.П., Петренко Д.І., Лещенко С.М., Скриннік І.О., Артеменко Д.Ю. Ефективність застосування добрив на посівах сої в умовах Північного Степу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021. №1. С.37-42.
6. Zabarna T.A. The formation of soybean phytocenosis and seeds quality depending on the intensification factors. Сільське господарство та лісівництво. 2020. № 4 (19). С. 98-109.
7. Беляєв О.В. Економічна ефективність зон, придатних для вирощування сої в Україні. Вісник Сумського НАУ. Серія: Фінанси і кредит. 2005. №1 (18). С. 225-229.
8. Білявська Л. Г., Кулик М. І., Білявський Ю. В. Урожайність сої сорту Алмаз за передпосівної обробки насіння біопрепаратами у різних умовах вирощування. Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний науковий збірник. 2023. Вип. № 79. С. 5–11. DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2023.79.1> <http://izpr.ks.ua/arkhiv?id=93>
9. Білявська Л. Г., Юхименко К. С., Чамата А. С. Вплив видів передпосівної обробки сої на урожайність та якість насіння. Актуальні напрямки та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва: матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Полтава, 23 листопада 2023 р.). Полтава: ПДАА, 2023. С. 79-81
10. Виробництво та ефективне використання сої та продуктів її переробки в Україні на 2015-2020 роки. URL: <http://agrostore.biz.ua/galuzeva-programavirobnictvo-ta-efektivne-vikoristannyaso%D1%97-ta-produktiv-%D1%97%D1%97- pererobki-v-ukra%D1%97ni-na-2015- 2020-roki/>
11. Дідур І.М. Вплив передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень на динаміку формування площі листової поверхні рослин сої. Сільське господарство та лісівництво. 2022, 27. С. 5-14.
12. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І.М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. Вінниця: ВНАУ, 2020. 276 с.
13. Камінський В.Ф. Значення зернових бобових культур та напрямки їх виробництва. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Селекція та насінництво. 2005. Вип. 90. С. 14-22.
14. Медведовський О. К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. О. К. Медведовський, П. І. Іваненко. Київ : Урожай, 1988. 208 с.
15. Нагірний А. Б., Горбатюк В. Г. Вплив технологічних елементів на продуктивність сої в умовах зрошення. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2023. № 1. С. 110-118.
16. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Іванюк С.В. та ін. Соя: монографія. Вінниця: «Діло», 2016. 400 с.
17. Серветник О. В. Ефективність позакоренових підживлень сої карбамідом. 2020. Агроном. URL: <https://www.agronom.com.ua/efektyvnistpozakorenyyh-pidzhvlen-soyi-karbamidom/>.
18. Технологія вирощування сої: основні аспекти, поради науковців та досвід практиків. Частина 1. Суперагроном. 2023. URL: <https://superagronom.com/articles/686-tehnologiya-viroschuvannya-soyi-osnovniaspekti-poradi-naukovtsiv-ta-dosvid-praktikiv>.
19. Тимченко В.Н. Розвиток виробництва сої в Україні і ефективне свинарство: Аграрний сектор України. Режим доступу: <http://agroua.net/animals/catalog/ag-4/a-0/info/aig-71/>
20. Тулуш Л.Д., Грищенко Д.Ю. Фіскальне регулювання розвитку ринку олійних культур України. Економіка АПК. 2018. №5. С. 63.
21. Шевченко М. В., Бугайова О. В. Вплив післясходових гербіцидів на забур'яненість та урожайність сої в умовах Північного Степу України. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Серія: Агрономія, 2020. № 98. С. 85-91.
22. Куценко В. П., Пашенко Я. В. Оптимізація гербіцидного захисту сої в умовах Західного Лісостепу. Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених "Інноваційні технології в рослинництві". Полтава. 2022. С. 120-123.
23. Зайцев С. В., Зайцева Г. В. Ефективність гербіцидів у посівах сої залежно від погодних умов. Агроном, 2019. № 1. С. 108-111.
24. Григоренко І. В. Вплив різних систем гербіцидного захисту на формування врожайності сої в умовах Лісостепу. Аграрний вісник Причорномор'я, 2023. № 110. С. 34-40.
25. Didur, I., Bakhmat M., Chynchuk O., Pantsyeva H., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. Ukrainian Journal of Ecology. 2020. Vol. 10 (5). P. 54-61.

ВПЛИВ ДОБРИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ

О. Лисенко, студент;

Т. Шепілова, к.с.-г.н., доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Соєа (*Glucine max*) є стратегічним ресурсом, чия комплексна цінність охоплює економічні, екологічні та соціальні аспекти, що робить її незамінним елементом сучасного сталого розвитку.

Ця бобова культура є винятковим резервом високоякісного білка. Її насіння містить оптимальний набір незамінних амінокислот, що є критично важливим для раціонального харчування людини та ефективного сільськогосподарського тваринництва. Соєві похідні широко застосовуються не лише у виробництві численних харчових продуктів (включаючи альтернативи м'ясу та молоку), але й у складі комбікормів, що сприяє рентабельному перетворенню рослинної сировини на високоцінні тваринницькі продукти [1-3]. Крім того, соєва олія має важливе промислове значення, використовується у технічних цілях та біопаливі, додатково підкреслюючи її універсальність.

Поглинання поживних речовин соєю має нерівномірний характер: значна частина елементів живлення, зокрема азоту, засвоюється переважно у фазі утворення та досягання насіння, тоді як на початку вегетації їх поглинання є незначним [4, 5].

Ряд досліджень підтверджує, що азотні добрива можуть позитивно впливати на збільшення вмісту білка в насінні. Проте, переважна більшість науковців не рекомендує вносити високі дози мінерального азоту під цю культуру. Це пояснюється тим, що надмірне азотне живлення може подовжувати період вегетації, що є небажаним, особливо коли соєа виступає попередником озимої пшениці.

Азотфіксуючі бактерії на коренях сої краще розвиваються за відсутності мінерального азоту. Навіть невеликі стартові дози азоту, внесені під час сівби, пригнічують формування бульбочок. Протягом вегетації аналіз розвитку бульбочок слугує надійним індикатором для визначення потенційної потреби в додатковому азотному підживленні. Для оптимального росту сої рекомендованою є нейтральна реакція ґрунтового розчину [3, 5-25].

Вивчення впливу добрив та інокуляції на соєа в умовах Степу є критично важливим для оптимізації врожайності, підвищення економічної ефективності та сталого соєводства, оскільки дозволяє визначити оптимальні норми живлення й біопрепаратів для максимальної фіксації атмосферного азоту та покращення родючості ґрунту в регіонах з обмеженими водними ресурсами.

За підсумками польових досліджень зони Степу, встановлено що, найвищий показник польової схожості насіння сої – 84,0 % було зафіксовано у варіанті із застосуванням мінерального живлення на рівні $P_{40}K_{40}$ з інокуляцією Ризоактивом. Це значення перевищило контрольний показник на 3,4 %. Крім того, у дослідних варіантах, де додатково застосовувався комплекс добрив ($P_{40}K_{40}$ + хелатне добриво Наніт Біо + інокуляція), виживання рослин перевищувало контрольний рівень на 5,6–6,0 %, що свідчить про позитивний вплив на стійкість рослин.

Встановлено, що найвища врожайність сої – 16,7 ц/га була досягнута у варіанті із комплексним застосуванням всіх препаратів ($P_{40}K_{40}$ + хелатне добриво Наніт Біо + інокуляція), що забезпечило найбільший приріст урожаю – 2,8 ц/га; при цьому використання лише мінеральних добрив дало найменшу прибавку – 0,9 ц/га, тоді як комбінації $P_{40}K_{40}$ з інокулянтом Ризоактив – 2,0 ц/га та $P_{40}K_{40}$ з Наніт Біо – 1,8 ц/га, а

також сам Ризоактив – 1,6 ц/га підкреслюючи критичну роль біологічних препаратів у системі живлення сої.

Список використаних джерел

1. Бахмат О., Бахмат М., Федорук І. Сортова продуктивність зерна сої в умовах Лісостепу Західного. Аграрна наука та освіта Поділля. 2017. С. 59–62.
2. Січкач В. І., Пасічник С. М. Генетико-фізіологічні основи стійкості зернобобових культур до посухи. Вісн. Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів. 2018. Т. 16, № 1. С. 35–51.
3. Шепілова Т. П. Формування високопродуктивних посівів сої під впливом агротехнічних прийомів в умовах Кіровоградської області : автореф. дис. ... к. с.-г. н. : 06.01.09 / Ін-т Зернового господарства УААН. Дніпропетровськ, 2009. 20 с.
4. Кондратюк С. О., Стригун О. О., Гаманова О. М. Мистецтво вирощування сої. Агроном. 2015. № 2. С. 114–119.
5. Мигаль І. Вплив рівня мінерального живлення на урожайність і якість насіння сої. Вісник Львівського національного аграрного університету : агрономія. 2009. № 12 (1). С. 111–116.
6. Чехова І. В. Світовий ринок олійних культур і місце України в ньому. Вісник аграрної науки. 2017. № 9. С. 71-77.
7. Пелех Л. В. Вплив елементів технології вирощування на формування продуктивності сої в умовах Правобережного Лісостепу. Сільське господарство та лісівництво. 2021. Вип. 2 (21). С. 109-119.
8. Романько А. Ю. Формування продуктивності сої залежно від елементів технології вирощування в умовах північно-східного Лісостепу України: дис. ... д-ра філософії за спец. 201 «Агрономія» / Сумський національний аграрний університет. Суми, 2021. 261 с.
9. Шевніков М. Я., Міленко О. Г., Лотиш І. І. Урожайність сортів сої залежно від елементів технології вирощування. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2018. № 3. С. 25-32.
10. Шепілова Т.П., Петренко Д.І., Лещенко С.М., Скриннік І.О., Артеменко Д.Ю. Ефективність застосування добрив на посівах сої в умовах Північного Степу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021. №1. С.37-42.
11. Беляєв О.В. Економічна ефективність зон, придатних для вирощування сої в Україні. Вісник Сумського НАУ. Серія: Фінанси і кредит. 2005. №1 (18). С. 225-229.
12. Білявська Л. Г., Юхименко К. С., Чамата А. С. Вплив видів передпосівної обробки сої на урожайність та якість насіння. Актуальні напрямки та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва: матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конфер. (м. Полтава, 23 листопада 2023 р.). Полтава: ПДАА, 2023. С. 79-81
13. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І.М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. Вінниця: ВНАУ, 2020. 276 с.
14. Камінський В.Ф. Значення зернових бобових культур та напрямки їх виробництва. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Селекція та насінництво. 2005. Вип. 90. С. 14-22.
15. Медведовський О. К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. О. К. Медведовський, П. І. Іваненко. Київ : Урожай, 1988. 208 с.
16. Нагірний А. Б., Горбатюк В. Г. Вплив технологічних елементів на продуктивність сої в умовах зрощення. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2023. № 1. С. 110-118.
17. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Іванюк С.В. та ін. Соя: монографія. Вінниця: «Діло», 2016. 400 с.
18. Серветник О. В. Ефективність позакоренових підживлень сої карбамідом. 2020. Агроном. URL: <https://www.agronom.com.ua/efektivnistpozakorenyvyh-pidzhyvlen-soyi-karbamidom/>.
19. Технологія вирощування сої: основні аспекти, поради науковців та досвід практиків. Частина 1. Суперагроном. 2023. URL: <https://superagronom.com/articles/686-tehnologiya-viroschuvannya-soyi-osnovniaspekti-poradi-naukovtsiv-ta-dosvid-praktikiv>.
20. Тимченко В.Н. Розвиток виробництва сої в Україні і ефективне свинарство: Аграрний сектор України. Режим доступу: <http://agroua.net/animals/catalog/ag-4/a-0/info/aig-71/>
21. Тулуш Л.Д., Грищенко Д.Ю. Фіскальне регулювання розвитку ринку олійних культур України. Економіка АПК. 2018. №5. С. 63.
22. Шевченко М. В., Бугайова О. В. Вплив післясходових гербіцидів на забур'яненість та урожайність сої в умовах Північного Степу України. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Серія: Агрономія, 2020. № 98. С. 85-91.
23. Куценко В. П., Пащенко Я. В. Оптимізація гербіцидного захисту сої в умовах Західного Лісостепу. Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених "Інноваційні технології в рослинництві". Полтава. 2022. С. 120-123.
24. Зайцев С. В., Зайцева Г. В. Ефективність гербіцидів у посівах сої залежно від погодних умов. Агроном, 2019. № 1. С. 108-111.
25. Григоренко І. В. Вплив різних систем гербіцидного захисту на формування врожайності сої в умовах Лісостепу. Аграрний вісник Причорномор'я, 2023. № 110. С. 34-40.

ВПЛИВ ФОНУ ЖИВЛЕННЯ ТА НОРМ ВИСІВУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ

В. Марченко, студент;

*Т. Шенілова, доцент кафедри загального землеробства
Центральноукраїнський національний технічний університет*

Соєа відіграє критичну роль у глобальному сільському господарстві та є основою продовольчої безпеки, будучи одним із провідних світових джерел рослинних білків та олій. Її універсальне застосування охоплює як харчову промисловість (виробництво тофу, молока, замінників м'яса), так і тваринництво (як ключовий компонент комбікормів), підтримуючи таким чином світовий ланцюг постачання м'ясної та молочної продукції. Соєа є важливою експортною культурою, що стимулює економічний розвиток країн-виробників та створює мільйони робочих місць. Крім того, її здатність до фіксації атмосферного азоту робить її цінним елементом сталого землеробства, зменшуючи залежність від азотних добрив та сприяючи збереженню родючості ґрунтів у світовому масштабі [1, 2].

Поза економічною вигодою, вирощування сої має важливе екологічне значення для підтримки здоров'я ґрунтів та збереження біорізноманіття. Як представник бобових культур, соєа збагачує ґрунт фіксованим атмосферним азотом, що знижує необхідність застосування синтетичних азотних добрив і відповідає принципам сталого землеробства. Включення сої в сівозміну також покращує ґрунтову структуру, запобігає виснаженню та ерозії, що є критично важливим в умовах інтенсивного агровиробництва. Отже, соєа є не тільки високорентабельною культурою, а й ключовим елементом екологічно відповідального господарювання в Україні.

Результати сучасних наукових досліджень однозначно підтверджують суттєвий вплив густоти стояння рослин на кінцеву продуктивність сої. Важливо відзначити, що оптимальна норма висіву є динамічною величиною, яка залежить від багатьох агроекологічних та сортових факторів. Аналіз даних свідчить: крайнощі у нормуванні висіву – як занадто низька, так і надмірно висока густина – однаковою мірою можуть спричинити зниження врожайності [3, 4].

Численні дослідження демонструють, що оптимальна норма висіву сої в агрокліматичних умовах України є варіативною і зазвичай знаходиться в діапазоні 450–700 тисяч схожих насінин на гектар. Цей показник не є фіксованим і жорстко залежить від низки ключових чинників. Різні сорти мають різну здатність до гілкування та компенсації, що впливає на необхідну густоту. У посушливих регіонах доцільно використовувати нижчі норми, тоді як у зонах із достатнім зволоженням ефективнішими можуть бути вищі норми [2, 5-22].

За підсумками досліджень, проведених в умовах Степу України, встановлено що, максимальна маса окремої рослини сої була зафіксована при нормі висіву 400 тис. схожих насінин на гектар. Збільшення густоти посіву до 600 тис./га призвело до зниження цього показника на 3,9–4,5 г, що становить 13,7–16,6 %. Це свідчить про негативний вплив надмірного загущення на індивідуальний розвиток рослин.

Встановлено, що найбільша площа листової поверхні була характерна для окремих рослин у розріджених посівах (норма висіву 400 тис./га). Застосування інокуляції в цьому варіанті забезпечило максимальний показник – 821 см², що перевищило контрольний показник на 10,9 %.

Для досягнення високої врожайності сої, результати досліджень вказують на ефективність застосування інокуляції насіння в поєднанні з оптимізованою нормою

висіву. Зокрема, оптимальною комбінацією визнано інокуляцію насіння при густоті посіву 500 тис. схожих насінин на гектар. Ця технологічна схема забезпечує найбільшу врожайність – 15,4 ц/га. При цьому приріст урожаю порівняно з неінокульованим контролем становить 1,8 ц/га, що відповідає збільшенню на 13,2 %. Це підтверджує, що інокуляція не лише покращує азотне живлення, але й максимально реалізує потенціал рослин при помірній густоті стояння.

Список використаних джерел

1. Дробітько О. М. Вплив способів сівби та норм висіву на урожайність насіння сої. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2014. № 1. С. 39-43.
2. Боровик В. О., Біднина І. О., Біляєва І. М., Шкода О. А. Мікродобриво як фактор прискорення зростання та розвитку рослин на посівах нових сортів сої в умовах зрошення. Аграрні інновації. 2020. № 2. С. 89–95.
3. Шепілова Т. П. Формування високопродуктивних посівів сої під впливом агротехнічних прийомів в умовах Кіровоградської області : автореф. дис. ... к. с.-г. н. : 06.01.09 / Ін-т Зернового господарства УААН. Дніпропетровськ, 2009. 20 с.
4. Кунічак Г. І., Дутчак О. В., Матвієць Н. М. Продуктивність сої за різних способів обробітку ґрунту та системи удобрення з елементами біологізації. Корми і кормовиробництво. 2023. № 96. С. 94-101.
5. Стрихар А. Є. Насінна продуктивність сої залежно від технології вирощування в правобережному Лісостепу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Київ, 2009. 22 с.
6. Січкач В. І., Пасічник С. М. Генетико-фізіологічні основи стійкості зернобобових культур до посухи. Вісн. Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів. 2018. Т. 16, № 1. С. 35–51.
7. Шепілова Т. П. Формування високопродуктивних посівів сої під впливом агротехнічних прийомів в умовах Кіровоградської області : автореф. дис. ... к. с.-г. н. : 06.01.09 / Ін-т Зернового господарства УААН. Дніпропетровськ, 2009. 20 с.
8. Кондратюк С. О., Стригун О. О., Гаманова О. М. Мистецтво вирощування сої. Агроном. 2015. № 2. С. 114–119.
9. Мигаль І. Вплив рівня мінерального живлення на урожайність і якість насіння сої. Вісник Львівського національного аграрного університету : агрономія. 2009. № 12 (1). С. 111–116.
10. Чехова І. В. Світовий ринок олійних культур і місце України в ньому. Вісник аграрної науки. 2017. № 9. С. 71-77.
11. Пелех Л. В. Вплив елементів технології вирощування на формування продуктивності сої в умовах Правобережного Лісостепу. Сільське господарство та лісівництво. 2021. Вип. 2 (21). С. 109-119.
12. Романько А. Ю. Формування продуктивності сої залежно від елементів технології вирощування в умовах північно-східного Лісостепу України: дис. ... дра філософії за спец. 201 «Агрономія» / Сумський національний аграрний університет. Суми, 2021. 261 с.
13. Шевніков М. Я., Міленко О. Г., Лотиш І. І. Урожайність сортів сої залежно від елементів технології вирощування. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2018. № 3. С. 25-32.
14. Шепілова Т.П., Петренко Д.І., Лещенко С.М., Скриннік І.О., Артеменко Д.Ю. Ефективність застосування добрив на посівах сої в умовах Північного Степу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021. №1. С.37-42.
15. Беляєв О.В. Економічна ефективність зон, придатних для вирощування сої в Україні. Вісник Сумського НАУ. Серія: Фінанси і кредит. 2005. №1 (18). С. 225-229.
16. Білявська Л. Г., Юхименко К. С., Чамата А. С. Вплив видів передпосівної обробки сої на урожайність та якість насіння. Актуальні напрямки та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва: матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Полтава, 23 листопада 2023 р.). Полтава: ПДАА, 2023. С. 79-81
17. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І.М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. Вінниця: ВНАУ, 2020. 276 с.
18. Камінський В.Ф. Значення зернових бобових культур та напрямки їх виробництва. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Селекція та насінництво. 2005. Вип. 90. С. 14-22.
19. Медведовський О. К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. О. К. Медведовський, П. І. Іваненко. Київ : Урожай, 1988. 208 с.
20. Нагірний А. Б., Горбатюк В. Г. Вплив технологічних елементів на продуктивність сої в умовах зрошення. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2023. № 1. С. 110-118.
21. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Іванюк С.В. та ін. Соя: монографія. Вінниця: «Діло», 2016. 400 с.
22. Куценко В. П., Пашенко Я. В. Оптимізація гербіцидного захисту сої в умовах Західного Лісостепу. Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених "Інноваційні технології в рослинництві". Полтава. 2022. С. 120-123.

ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ

К. Федорів, студент;

Т. Шепілова, к.с.-г.н., доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Стабільний розвиток аграрного сектора України залежить від стійкості виробництва олійних культур. Зважаючи на це, наукові кола докладають зусиль для вдосконалення прийомів вирощування сої та максимального підвищення її продуктивності [1, 2].

Насіння сої вирізняється винятковим хімічним складом, що й обумовлює її високу цінність. У середньому воно містить 35–42% білка, що робить цю культуру одним із найбагатших рослинних джерел протеїну. Крім того, соя багата на олію (18–22%), вуглеводи (близько 20–30%), широкий спектр вітамінів, мінеральні речовини (такі як залізо, кальцій, магній, фосфор) та цінні біологічно активні сполуки, включно з ізофлавонами [3, 4].

Успіх у вирощуванні сої та досягнення високих показників урожайності безпосередньо залежать від правильного вибору сорту, який є фундаментальною основою технології.

Сорт повинен бути максимально адаптований до конкретних ґрунтово-кліматичних умов регіону, оскільки це визначає його тривалість вегетаційного періоду, стійкість до хвороб, шкідників та абіотичних стресів. Наприклад, використання неадаптованих сортів може знизити врожайність на 20-30%, навіть за умови дотримання всіх агротехнічних вимог. Крім того, генетичні особливості сорту значною мірою впливають на якісні характеристики зерна.

Терміни сівби сої є критично важливим агротехнічним чинником, який безпосередньо визначає ріст, розвиток та фінальну врожайність культури. Відхилення від оптимальних строків (як занадто ранні, так і запізнілі посіви) може спровокувати значні втрати продуктивності, оскільки рослини потрапляють у несприятливі температурні режими. Наукові дані свідчать, що відхилення від оптимальних термінів навіть на 7–10 днів здатне спричинити зниження врожаю на 0,2–0,5 т/га. Оптимальний строк сівби настає, коли ґрунт прогрівається до +12...+14°C, забезпечуючи насінню достатнє тепло та вологу (близько 160% від маси насіння) для дружніх сходів та максимально ефективного використання ресурсів протягом вегетації [3, 5].

За результатами досліджень в зоні Північного Степу України, виявлено що, перший строк сівби (20 квітня) був сприятливим для утворення вищої маси та висоти рослин. Середньостиглий сорт Чураївна сформував масу рослин 29,1 г, висоту рослин 50,6 см, що підкреслює його потенціал, тоді як ранньостиглий сорт Слобода відповідно 21,1 г та 44,2 см.

Встановлено, що максимальна врожайність різних сортів сої досягається при різних термінах сівби. Зокрема, сорт Чураївна показав найвищу продуктивність при ранньому терміні сівби (20 квітня), досягнувши 18,5 ц/га, що на 2,2 ц/га перевищило показник, отриманий при третьому терміні (10 травня). Натомість, сорти Діадема Поділля та Слобода виявилися більш продуктивними при сівбі у другий термін (1 травня), забезпечивши врожайність 15,8 ц/га та 14,0 ц/га відповідно.

Список використаних джерел

1. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція і технологія вирощування сої. Київ: Аграрна наука, 2017. 488 с.
2. Січкач В. І., Пасічник С. М. Генетико-фізіологічні основи стійкості зернобобових культур до посухи. Вісн. Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів. 2018. Т. 16, № 1. С. 35–51.
3. Шепілова Т. П. Формування високопродуктивних посівів сої під впливом агротехнічних прийомів в умовах Кіровоградської області: дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 – рослинництво / Інститут зернового господарства Дніпропетровськ, 2009. 157 с.
4. Король А.В. Світовий ринок сої: тенденції та перспективи для України. Економіка АПК. 2021. № 7. С. 67-74.
5. Дяченко А. М., Кириченко В. В. Ефективність сучасних технологій вирощування сої в умовах Північно-Східного Лісостепу України. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2019. № 17. С. 56–63.

ОРГАНІЗАЦІЯ ВЗАЄМОДІЇ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ*Є. Ківа, студент;**М. Мороз, д.т.н. професор**Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

У сучасних умовах воєнного стану транспортна система України працює під підвищеним навантаженням і в умовах значних ризиків. Ефективна координація між різними видами транспорту — автомобільним, залізничним, водним і авіаційним — є вирішальним чинником підтримання стійкості логістичних ланцюгів, забезпечення потреб оборонного сектору, економіки та цивільного населення.

Взаємодію між видами транспорту доцільно розглядати як цілісну систему обміну вантажними та пасажирськими потоками, що потребує оптимізації за критерієм мінімізації сукупних витрат і часу доставки:

$$F = \min \sum_{i=1}^n (C_i + \alpha T_i + \gamma R_i), \quad (1)$$

де C_i — експлуатаційні витрати перевізника; T_i — час доставки; R_i — ризики (військові загрози, руйнування інфраструктури); α, γ — коефіцієнти вагомості.

Отже, в умовах воєнного стану оптимізація транспортних процесів має базуватися не лише на принципах економічної ефективності, але й на врахуванні безпекових факторів.

Практичне застосування взаємодії видів транспорту передбачає:

1. Залізничний транспорт — головний засіб масових перевезень населення та вантажів, зокрема для евакуації, постачання військових підрозділів і забезпечення критичної інфраструктури.
2. Автомобільний транспорт — найгнучкіший елемент системи, що забезпечує доставку «останньої милі», транспортування гуманітарних вантажів і військових ресурсів.
3. Водний транспорт — функціонує в обмеженому режимі через блокування портів, проте зберігає стратегічне значення для експорту зерна, перевезення пального та техніки (зокрема в межах «зернового коридору»).
4. Авіаційний транспорт — застосовується переважно у військових і стратегічних операціях, часто за підтримки міжнародних партнерів.
5. Мультимодальні перевезення — формування альтернативних логістичних маршрутів (комбінації «залізниця + автомобіль», «авто + річковий транспорт»), створення тимчасових логістичних хабів для підвищення стійкості транспортної системи.

Висновки. Взаємодія видів транспорту в умовах воєнного стану потребує інтеграції інфраструктури, формування гнучких маршрутів постачання, впровадження цифрових систем моніторингу ризиків та залучення міжнародних ресурсів. Транспортна система України, базуючись на принципах стійкості та адаптивності, здатна забезпечити ефективну взаємодію навіть у критичних умовах.

Список використаних джерел

1. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Збірник наукових праць

- «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки», Вип. № 9 (40). – С. 197-204. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).1.197-204](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).1.197-204)
2. Moroz M., Korol S., Plichko A. Improvement of urban transport system / Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2016. – Випуск 6 (1). – С. 71-75.
 3. Шраменко Н.Ю., Мороз М.М. Формування раціональної технології транспортно-експедиційного обслуговування вантажовласників у міському сполученні // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2015. – Вип. 2/2015 (91). – С. 69–73.
 4. Левковець П.Р., Мороз М.М., Кобилецький Р.В. Удосконалення логістичного управління перевезень пасажирів / Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – Випуск 6/2007 (47). – Частина 1. – С. 113-115.
 5. Дмитрієв М.М., Мороз М.М. Основні напрями вдосконалення міських пасажирських перевезень м. Кременчук / Управління проектами, системний аналіз і логістика, Вип. 10, с. 58-62, 2012.
 6. European Commission. Solidarity Lanes: EU-Ukraine transport connection during wartime. Brussels, 2023.
 7. Zahorianskyi V., Zahorianska O., Moroz M. and Moroz O. Development of a Model for Minimizing the Energy Costs of the Transport and Technological Complex, 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022, pp. 1-5.
 8. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В. Якість та контроль транспортного процесу (вантажні та пасажирські автомобільні перевезення): навч. посібник. Кременчук: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2023. 138 с.
 9. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В., Цимбал О. В. Удосконалення методики проектування контейнерного терміналу / Вісник машинобудування та транспорту ISSN 2415-3486. - №2(18), 2023. – С. 56-62. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-18-2-56-62>.
 10. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань / Вісник машинобудування та транспорту ISSN 2415-3486. - №2(18), 2023. – С. 17-22. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-17-1-17-22>.
 11. International Transport Forum (ITF). Resilient Transport in Conflict Zones: Policy Recommendations. Paris: OECD Publishing, 2022.
 12. Moroz O., Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Vasylykova K. Digital Marketing Communications Transformation in Wartime / 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). – pp. 1-6. DOI: 10.1109/MEES61502.2023.10402369
 13. Шведчикова І., Солошич І., Мороз М. Аналіз інноваційних фізичних методів неруйнівної діагностики для забезпечення екологічної безпеки на міському електротранспорті / (2024) Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 1/2024 (144). – С. 117-123. DOI <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2024.1.15>
 14. Мороз М. М., Загорянський В. Г., Гайкова Т. В., Солошич І. О., Загорянський О. В. Удосконалення взаємодії видів вантажного транспорту на кременчуцькому терміналі «Нібулон» при перевалці зернових вантажів / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 27. С. 4–10. DOI: <https://doi.org/10.15802/tsst2024/307333>
 15. Central European Transport Corridor Projects: Logistics Support for Ukraine. Warsaw, 2023.
 16. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Король С.О. Оптимізація вантажних робіт і розміщення тарно-штучних вантажів в транспортних засобах і складах із застосуванням методів ергономіки і теорії систем / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 28–33. DOI: <https://doi.org/10.15802/tsst2024/311996>
 17. Zahorianskyi V., Moroz M., Kovtsur K. Ergonomic and logistic ensuring the requirements for the comfort during the organization of passenger transportation in a small-capacity bus / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 60–64. DOI: <https://doi.org/10.15802/tsst2024/311997>
 18. Shlisselberg R., Ben-Elia E. Emergency logistics and transport in Israel: Lessons for resilience. Journal of Transport Geography. 2019. Vol. 79. P. 1–11.
 19. Огар О. М., Мороз М. М., Кондратьєв І. В. Забезпечення безпеки сортувального процесу шляхом обґрунтування його ефективних параметрів. Інтелектуальні транспортні технології : тези доповідей 5-ої Міжнародної науково-технічної конференції, 25-27 листопада 2024 р. – Харків: УкрДУЗТ, 2024. – С. 273–274.
 20. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Vad Hessfeld на основі моделі PTV VISSIM. Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталій розвиток транспортних систем: наука і практика: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф., 25–26 листоп. 2024 р. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.– Харків, 2024.– С. 296–299.

МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ МОБІЛЬНОСТІ НАСЕЛЕННЯ В МІСЬКИХ АГЛОМЕРАЦІЯХ

М. Сорокіна, студентка;

М. Мороз, д.т.н. професор

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Переміщення населення становить основу функціонування будь-якої транспортної системи. Для раціонального планування міського транспорту, проектування нових магістралей і вдосконалення маршрутної мережі необхідно здійснювати достовірне прогнозування обсягів, напрямків і часової структури поїздок населення. Для цього застосовуються різні методи прогнозування переміщень, кожен із яких має свої особливості, переваги та сфери використання.

Розглянемо основні підходи, що використовуються в сучасній транспортній аналітиці:

1. *Статистичні методи* – використання демографічних показників, переписів населення, опитувань щодо поїздок.

2. *Гравітаційні моделі* – кількість поїздок між районами пропорційна населенню та обернено пропорційна відстані: $T_{ij} = \frac{K(P_i P_j)}{d_{ij}^2}$, де T_{ij} – кількість поїздок між районами i та j ,

P_i , P_j – чисельність населення в районах, d_{ij} – відстань між ними, K – коефіцієнт пропорційності.

3. *Моделі матриці кореспонденцій* – формують транспортні схеми на основі опитувань та GPS-даних.

4. *Імітаційне моделювання* (PTV VISUM, MATSim) – прогноз поїздок у великих містах з урахуванням видів транспорту.

5. *Методи машинного навчання* – аналіз Big Data (мобільні оператори, GPS-навігатори, транспортні карти).

Переваги і недоліки даних методів зведені в табл.1.

Таблиця 1

Методи прогнозування переміщень населення

Метод	Переваги	Недоліки
Статистичний	Доступність даних, простота застосування	Може не враховувати сучасні тенденції мобільності
Гравітаційна модель	Добре описує міжрайонні потоки	Потребує калібрування коефіцієнтів
Матриця кореспонденцій	Точність прогнозу на основі реальних даних	Висока вартість опитувань
Імітаційне моделювання	Моделювання складних сценаріїв	Високі вимоги до програмного забезпечення
Машинне навчання	Використання Big Data, висока точність	Необхідність великих масивів даних

Висновки. Прогнозування переміщень населення є критично важливим для розвитку транспорту і міської інфраструктури. Найбільш ефективними є комбіновані методи: статистичний аналіз + моделювання + Big Data. Україна має перспективи впровадження цифрових систем прогнозування на рівні міст і регіонів. Використання прогнозів підвищує ефективність транспортних витрат і рівень мобільності населення.

Список використаних джерел

1. Rodrigue J.-P. *The Geography of Transport Systems*. Routledge, 2020.
2. Moroz, O.V. and Moroz, M.M., 2014. Specific features of city public transport financing (Kremenchuk case study). *Actual Problems of Economics*, 160(1), pp. 239–246.
3. Moroz M. M., Korol S. O., Boiko Y. O. Social traffic monitoring in the city of Kremenchuk / M. M. Moroz, S. O. Korol, Y. O. Boiko // *Actual Problems of Economics / Aktualni Problemy Ekonomiki*. – К. – 2016. – № 1 (175). – С. 385 – 398.
4. Мороз М.М. Удосконалення транспортної системи пасажирських перевезень м. Кременчук // *Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво)*. – Вип. 2 (41). – Полтава: ПолтНТУ, 2014. – С. 156–164.
5. Ortúzar J. de D., Willumsen L. *Modelling Transport*. Wiley, 2011.
6. Мороз М.М. Шляхи вдосконалення пасажирських перевезень транспортом загального користування // *Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету*. – 2015. – Вип. 28. – С. 57-63.
7. Дмитрієв М.М., Мороз М.М. Основні напрями вдосконалення міських пасажирських перевезень м. Кременчук / *Управління проектами, системний аналіз і логістика*, Вип. 10, с. 58-62, 2012.
8. Мороз М.М. Розробка заходів удосконалення маршрутної мережі громадського транспорту м. Кременчук на основі розподілу пасажиропотоку гравітаційним методом // *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал*. – 2015. – № 2 (219). – С. 44–49.
9. Левковець П.Р., Мороз М.М., Бубела А.В., Лабута А.В. Системні аспекти вдосконалення логістичного сервісу. *Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського*. – 2014. – №5. – С. 108–111.
10. PTV Group. *VISUM – Transport Planning Software*. – <https://www.ptvgroup.com>
11. Мороз М.М., Чапенко О.С. Визначення структури рухомого складу для пасажирських перевезень м. Кременчука / *Вісник КДПУ*. – Кременчук. – 2009. – Вип. 5. – С. 58-60.
12. Лаврик В.В., Кузев І.О., Мороз М.М. Підвищення ефективності міського транспорту загального користування за рахунок створення об'єднаних підприємств / *Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems"*, 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 34-36.
13. Moroz M., Korol S., Plichko A. Improvement of urban transport system / *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. – 2016. – Випуск 6 (1). – С. 71-75.
14. Мороз М., Норцов О., Кальянов В. Підвищення ефективності системи міських пасажирських перевезень шляхом удосконалення розкладу руху транспортних засобів / *Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки»*. Кропивницький: ЦНТУ. – 2021. – С. 95.
15. UN-Habitat. *Urban Mobility and Transport*. Nairobi, 2021.
16. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В. Якість та контроль транспортного процесу (вантажні та пасажирські автомобільні перевезення): навч. посібник. Кременчук: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2023. 138 с.
17. Moroz M.M., Khorolskyi V.L., Moroz O.V., Herasymchuk V.V., Vasylykova K.V. Organization and provision of buses operation on the route taking into account the expenditures of participants of the transportation process / (2018) *International Journal of Engineering and Technology (IAE)*. – 7 (4.3). – pp. 206-210.
18. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) *Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки»*, Вип. № 9 (40). – С. 197-204. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).1.197-204](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).1.197-204)
19. Міністерство розвитку громад та територій України. *Методика транспортного моделювання*. Київ, 2020.
20. Огар О. М., Мороз М. М., Круглова Н. С., Чорний О. С. Перспективи застосування елементів штучного інтелекту в системах автоматизованого проектування залізничних станцій та вузлів. *Інтелектуальні транспортні технології : тези доповідей 3-ї міжнар. наук.-техн. конф. (22-23 листопада 2022 р.)*. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – С. 169–170.
21. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Bad Hessfeld на основі моделі PTV VISSIM. *Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталій розвиток транспортних систем: наука і практика: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф.*, 25–26 листоп. 2024 р. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.– Харків, 2024.– С. 296–299.

МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТНОЇ СИСТЕМИ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

С. Бакал, студент;

О. Шаповал, д.т.н. професор

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Зростання рівня урбанізації та інтенсивності щоденних переміщень населення зумовлює необхідність модернізації та оптимізації міських маршрутних мереж. Рациональне планування транспортних маршрутів сприяє скороченню часу поїздок пасажирів, зменшенню навантаження на вулично-дорожню мережу та підвищенню ефективності роботи перевізників.

Процес оптимізації передбачає вибір певного критерію ефективності, який визначає напрям удосконалення транспортної системи. Як критерії оптимізації можуть використовуватись:

1. Мінімізація часу поїздки пасажирів.
2. Зменшення кількості пересадок.
3. Мінімізація експлуатаційних витрат перевізника.
4. Збалансованість завантаження рухомого складу.
5. Забезпечення доступності транспорту для всіх районів міста.

Результати оптимізації за наведеними критеріями подані у табл.1.

Таблиця 1

Критерії оптимізації маршрутної мережі та приклади застосування

Критерій	Приклад міста	Приклади застосування	Результат
Мінімізація часу поїздки	Варшава (Польща)	оптимізація маршрутної мережі за допомогою TransCAD	Скорочення часу поїздки на 12% після оптимізації
Зменшення кількості пересадок	Київ (Україна)	використання PTV VISUM для аналізу пасажиропотоків	Оптимізація маршрутів метро і автобусів
Зменшення витрат перевізника	Берлін (Німеччина)	транспортні моделі	Зменшення дублювання маршрутів
Збалансоване завантаження	Сінгапур	впровадження інтелектуальної системи планування громадського транспорту з використанням Big Data	Інтелектуальний розподіл пасажиропотоків
Доступність транспорту	Амстердам (Нідерланди)	математичні моделі потоків	Забезпечення доступу у всі райони

Методи оптимізації можна класифікувати наступним чином:

- Традиційні методи: математичні моделі потоків (лінійне програмування, гравітаційні моделі).
- Транспортні моделі (PTV VISUM, TransCAD): дозволяють будувати сценарії розвитку мережі.
- Евристичні методи: генетичні алгоритми, метод рою частинок.
- Big Data та штучний інтелект: прогнозування пасажиропотоків за даними GPS та мобільних операторів.

Оптимізація мережі може бути подана у вигляді задачі мінімізації:

$$F = \alpha T + \beta C + \gamma P, \quad (1)$$

де T – середній час поїздки пасажирів, C – витрати перевізників, P – кількість пересадок, α, β, γ – вагові коефіцієнти.

Висновки. Оптимізація маршрутної мережі є ключовим завданням міської транспортної політики. Найефективнішими є комплексні методи, що враховують і інтереси пасажирів, і економіку перевізників. Цифровізація та застосування транспортних моделей підвищують точність оптимізації. В Україні необхідно розвивати систему моніторингу пасажиропотоків і впроваджувати сучасні інструменти оптимізації.

Список використаних джерел

1. Ortúzar J. de D., Willumsen L. *Modelling Transport*. Wiley, 2011.
2. Moroz, O.V. and Moroz, M.M., 2014. Specific features of city public transport financing (Kremenchuk case study). *Actual Problems of Economics*, 160(1), pp. 239–246.
3. Левковець П.Р., Мороз М.М., Кобилицький Р.В. Удосконалення логістичного управління перевезень пасажирів / Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського.– Випуск 6/2007 (47). – Частина 1. – С. 113-115.
4. Moroz M. M., Korol S. O., Boiko Y. O. Social traffic monitoring in the city of Kremenchuk // *Actual Problems of Economics*. – К. – 2016. – № 1 (175). – С. 385 – 398.
5. Rodrigue J.-P. *The Geography of Transport Systems*. Routledge, 2020.
6. Мороз М.М. Удосконалення транспортної системи пасажирських перевезень м. Кременчук // Збірник наукових праць.– Вип. 2 (41). – Полтава: ПолтНТУ, 2014. – С. 156–164.
7. Мороз М.М. Розробка заходів удосконалення маршрутної мережі громадського транспорту м. Кременчук на основі розподілу пасажиропотоку гравітаційним методом // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал. –2015. – № 2 (219). – С. 44–49.
8. Дмитрієв М.М., Мороз М.М. Основні напрями вдосконалення міських пасажирських перевезень м. Кременчук / Управління проектами, системний аналіз і логістика, Вип. 10, с. 58-62, 2012.
9. Мороз М.М., Чапенко О.С. Визначення структури рухомого складу для пасажирських перевезень м. Кременчука / Вісник КДПУ.– Кременчук. – 2009.–Вип. 5. – С. 58-60.
10. Moroz M., Korol S., Plichko A. Improvement of urban transport system / Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2016. – Випуск 6 (1). – С. 71-75.
11. PTV Group. VISUM – Transport Planning Software. – <https://www.ptvgroup.com>
12. Мороз М., Норцов О., Кальянов В. Підвищення ефективності системи міських пасажирських перевезень шляхом удосконалення розкладу руху транспортних засобів / Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції. Кропивницький: ЦНТУ. – 2021. – С. 95.
13. Лаврик В.В., Кузев І.О., Мороз М.М. Підвищення ефективності міського транспорту загального користування за рахунок створення об'єднаних підприємств / Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 34-36.
14. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В. Якість та контроль транспортного процесу (вантажні та пасажирські автомобільні перевезення): навч. посібник. Кременчук: КрНУ, 2023. 138 с.
15. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань / Вісник машинобудування та транспорту ISSN 2415-3486. - №2(18), 2023. – С. 17-22. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-17-1-17-22>.
16. Moroz O., Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Vasylovskaya K. Digital Marketing Communications Transformation in Wartime / 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). – pp. 1-6. DOI: 10.1109/MEES61502.2023.10402369
17. TransCAD. Transportation Planning Software. – <https://www.caliper.com/transcad>
18. Moroz M.M., Khorolskyi V.L., Moroz O.V., Herasymchuk V.V., Vasylovskaya K.V. Organization and provision of buses operation on the route taking into account the expenditures of participants of the transportation process / (2018) *International Journal of Engineering and Technology (UAE)*. – 7 (4.3). – pp. 206-210.
19. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки», Вип. № 9 (40). – С. 197-204. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).1.197-204](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).1.197-204)
20. Шведчикова І., Солошич І., Мороз М. Аналіз інноваційних фізичних методів неруйнівної діагностики для забезпечення екологічної безпеки на міському електротранспорті / (2024) Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 1/2024 (144). – С. 117-123. DOI <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2024.1.15>
21. OECD/ITF. *Optimising Urban Transport Networks*. Paris, 2022.
22. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Bad Hessfeld на основі моделі PTV VISSIM. Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталлий розвиток транспортних систем: наука і практика: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф., 25–26 листоп. 2024 р. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.– Харків, 2024.– С. 296–299.

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПРАВОВІ ТА ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

*М. Чубаров, студент;
С. Король, к.т.н., доцент*

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Транспортна галузь є ключовою складовою економічного розвитку держави, однак її функціонування супроводжується численними ризиками для життя та здоров'я людей, збереження вантажів і стану довкілля. Актуальність проблеми безпеки транспортної діяльності в Україні зумовлюється такими чинниками:

1. високим рівнем дорожньо-транспортного травматизму;
2. наявністю терористичних і воєнних загроз;
3. недосконалістю транспортної інфраструктури;
4. дефіцитом кваліфікованих фахівців.

Безпеку транспортної діяльності можна визначити як стан системи, за якого ймовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод, аварій чи надзвичайних ситуацій зведена до прийняттого мінімуму.

Рівень безпеки доцільно оцінювати за формульною залежністю:

$$B = \frac{N_b}{N_{\Sigma}}, \quad (1)$$

де B – коефіцієнт безпеки; N_b , N_{Σ} – кількість безпечних та загальна кількість рейсів.

Фактори ризику, що можуть призвести до ДТП, можна класифікувати за п'ятьма групами та надати кожній з них наступні характеристики:

1. Технічні – зношеність транспортних засобів, недостатнє технічне обслуговування.
2. Людський фактор – порушення правил водіями, перевтома, низька кваліфікація.
3. Інфраструктурні – стан доріг, залізничних колій, аеродромів.
4. Організаційні – недосконалість систем управління рухом.
5. Зовнішні – військові ризики, терористичні загрози, природні катастрофи.

Враховуючи закордонний досвід, отриманий спеціальним програмним забезпеченням (ЄС – програми Vision Zero, що передбачають нульову толерантність до смертельних ДТП; США – Федеральна адміністрація безпеки автомобільного транспорту (FMCSA) впроваджує цифровий контроль режимів праці водіїв; Японія – використання автоматизованих систем запобігання зіткнень та «розумних доріг»), пропонуються наступні практичні заходи забезпечення безпеки:

- Впровадження інтелектуальних транспортних систем (ITS) для моніторингу руху.
- Використання GPS-трекінгу та датчиків технічного стану.
- Підвищення кваліфікації персоналу, регулярні курси для водіїв.
- Створення автоматизованих центрів диспетчеризації.

Висновки. Безпека транспортної діяльності є багатофакторною проблемою, що потребує комплексного підходу. В Україні необхідне вдосконалення нормативної бази, інвестиції в інфраструктуру та розвиток інтелектуальних систем управління.

Список використаних джерел

1. Закон України «Про транспорт» від 10.11.1994 №232/94-ВР.
2. Мороз М.М. Розробка заходів удосконалення маршрутної мережі громадського транспорту м. Кременчук на основі розподілу пасажиропотоку гравітаційним методом // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал. –2015. – № 2 (219). – С. 44–49.
3. Moroz, M., Korol, S., Yelistratov, V., Moroz, O., Korol, K., Zahorianskyi, V. (2020) Device for Stabilizing the Electrical Power of a Diesel Generator in Transport / Proceedings of the 25th IEEE International Conference on Problems of Automated Electric Drive. Theory and Practice, PAEP 2020, DOI: 10.1109/PAEP49887.2020.9240910.
4. Vasytkovska, K., Vasytkovskyi, O., Leshchenko, S., Sviren, M., Moroz, M. (2020) Identification of parameters of pneumatic and mechanical seeding device under the influence of vacuum / Bulgarian Journal of Agricultural Science, 26 (5), pp. 1091-1094.
5. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свиного комплексу / Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of machine and equipment reliability, 2020. – р. 241-242.
6. OECD/ITF. Transport Safety Performance Indicators. Paris: OECD Publishing, 2021.
7. Мороз М.М., Чапенко О.С. Визначення структури рухомого складу для пасажирських перевезень м. Кременчука / Вісник КДПУ. – Кременчук. – 2009. – Вип. 5. – С. 58-60.
8. Балкунов М.В., Мороз М.М. Створення нормативно-правових основ експедиторської діяльності / Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 17 – 19 листопада 2022 р. "Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту". – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 68 – 73.
9. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань / Вісник машинобудування та транспорту ISSN 2415-3486. - №2(18), 2023. – С. 17-22. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-17-1-17-22>.
10. Moroz O., Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Vasytkovska K. Digital Marketing Communications Transformation in Wartime / 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). – pp. 1-6. DOI: 10.1109/MEES61502.2023.10402369
11. Rodrigue J.-P. The Geography of Transport Systems. Routledge, 2020.
12. Zahorianskyi V., Moroz M., Kovtsur K. Ergonomic and logistic ensuring the requirements for the comfort during the organization of passenger transportation in a small-capacity bus / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 60–64. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2024/311997>
13. Moroz M.M., Khorolskyi V.L., Moroz O.V., Herasymchuk V.V., Vasytkovska K.V. Organization and provision of buses operation on the route taking into account the expenditures of participants of the transportation process / (2018) International Journal of Engineering and Technology (UAE). – 7 (4.3). – pp. 206-210.
14. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки», Вип. № 9 (40). – С. 197-204. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).1.197-204](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).1.197-204)
15. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Король С.О. Оптимізація вантажних робіт і розміщення тарно-штучних вантажів в транспортних засобах і складах із застосуванням методів ергономіки і теорії систем / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 28–33. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2024/311996>
16. Огар О. М., Мороз М. М., Круглова Н. С., Чорний О. С. Перспективи застосування елементів штучного інтелекту в системах автоматизованого проектування залізничних станцій та вузлів. Інтелектуальні транспортні технології : тези доповідей 3-ї міжнар. наук.-техн. конф. (22-23 листопада 2022 р.). – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – С. 169–170.
17. Vision Zero. European Transport Safety Council, 2022.
18. Moroz, O.V. and Moroz, M.M., 2014. Specific features of city public transport financing (Kremenchuk case study). Actual Problems of Economics, 160(1), pp. 239–246.
19. Левковець П.Р., Мороз М.М., Бубела А.В., Лабута А.В. Системні аспекти вдосконалення логістичного сервісу. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2014. – №5. – С. 108–111.
20. Мороз Н.Н. Проблемы пассажирского транспорта общего пользования г. Кременчуг // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – № 44. – С. 103–108.
21. Zahorianskyi V., Zahorianska O., Moroz M. and Moroz O. Development of a Model for Minimizing the Energy Costs of the Transport and Technological Complex, 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022, pp. 1-5.
22. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Vad Hessfeld на основі моделі PTV VISSIM. Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталий розвиток транспортних систем: наука і практика: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф., 25–26 листоп. 2024 р. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Харків, 2024. – С. 296–299.
23. FMCSA Safety Regulations. Washington: U.S. Department of Transportation, 2023.

ОЦІНКА ЧАСОВОЇ НЕРІВНОМІРНОСТІ ПАСАЖИРОПОТОКІВ У ГОДИНИ «ПІК»

*М. Сорокіна, студентка;
М. Мороз, д.т.н. професор*

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Міський пасажирський транспорт характеризується вираженою нерівномірністю навантаження протягом доби. Найбільш критичним є період години пік, коли пасажиропотоки можуть перевищувати середньодобові значення у 2–3 рази. Це призводить до перевантаження рухомого складу, зниження якості перевезень та збільшення часу в дорозі.

Для кількісної оцінки використовується показник коефіцієнта концентрації пасажиропотоку, який відображає ступінь нерівномірності розподілу пасажирів усередині самої години пік (зазвичай, у межах 60 хвилин):

$$K_c = \frac{Q_{\max}}{Q}, \quad (1)$$

де Q_{\max} – максимальний пасажиропотік у межах години пік (осіб/10 хв); Q – середній пасажиропотік у межах тієї ж години.

Також застосовується коефіцієнт варіації:

$$V = \frac{\sigma}{Q} 100\%, \quad (2)$$

де σ – середньоквадратичне відхилення.

На прикладі дослідження пасажиропотоку у маршрутному автобусі №17 міста Кременчук встановлено:

- у перші 10 хв години пік пасажиропотік становив 220 осіб;
- у наступні 10 хв – 180 осіб;
- середнє значення за годину – 150 осіб/10 хв;
- максимальне значення – 240 осіб.

Отже: $K_c = 240 / 150 = 1,6$, що свідчить про суттєву нерівномірність. Коефіцієнт варіації становив 22 %, що підтверджує високі коливання пасажиропотоку.

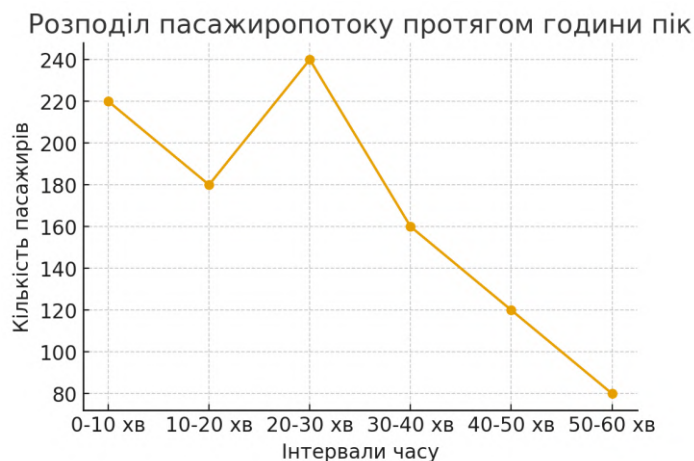


Рисунок 1 – Динаміка пасажиропотоку по інтервалах 10 хв протягом години пік

Факторами, що зумовлюють нерівномірність:

- одночасний початок роботи/навчання більшості закладів;
- обмежена кількість альтернативних видів транспорту;
- інерційність розкладів руху;
- сезонні й погодні умови.

Практичні шляхи оптимізації:

1. Регулювання випуску рухомого складу з урахуванням нерівномірності.
2. Диференціація тарифів (знижки поза піковими годинами).
3. Оптимізація графіків роботи закладів та підприємств.
4. Використання інтелектуальних транспортних систем.

Висновки. Пасажиропотік у години пік характеризується високою нерівномірністю, що підтверджується значенням $K_s = 1,6$. Коефіцієнт варіації у 22 % свідчить про суттєві коливання в межах години. Впровадження гнучких транспортних стратегій дозволить знизити пікові навантаження та покращити якість перевезень.

Список використаних джерел

1. Moroz, O.V. and Moroz, M.M., 2014. Specific features of city public transport financing (Kremenchuk case study). *Actual Problems of Economics*, 160 (1), pp. 239–246.
2. Moroz M. M., Korol S. O., Boiko Y. O. Social traffic monitoring in the city of Kremenchuk / M. M. Moroz, S. O. Korol, Y. O. Boiko // *Actual Problems of Economics*. – К. – 2016. – № 1 (175). – С. 385 – 398.
3. Левковець П.Р., Мороз М.М., Кобилецький Р.В. Удосконалення логістичного управління перевезень пасажирів / *Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського*. Випуск 6/2007 (47). – Частина 1. – С. 113-115.
4. Вучик В.Р. Транспорт в містах, зручних для життя. Київ: Основи, 2012.
5. Мороз М.М. Удосконалення транспортної системи пасажирських перевезень м. Кременчук // *Збірник наукових праць*. – Вип. 2 (41). – Полтава: ПолтНТУ, 2014. – С. 156–164.
6. Мороз М.М. Розробка заходів удосконалення маршрутної мережі громадського транспорту м. Кременчук на основі розподілу пасажиропотоку гравітаційним методом // *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал*. – 2015. – № 2 (219). – С. 44–49.
7. Дмитрієв М.М., Мороз М.М. Основні напрями вдосконалення міських пасажирських перевезень м. Кременчук / *Управління проектами, системний аналіз і логістика*, Вип. 10, с. 58-62, 2012.
8. Мороз М.М., Чапенко О.С. Визначення структури рухомого складу для пасажирських перевезень м. Кременчука / *Вісник КДПУ*. – Кременчук. – 2009. – Вип. 5. – С. 58-60.
9. Moroz M., Korol S., Plichko A. Improvement of urban transport system / *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. – 2016. – Випуск 6 (1). – С. 71-75.
10. Мороз М., Норцов О., Кальянов В. Підвищення ефективності системи міських пасажирських перевезень шляхом удосконалення розкладу руху транспортних засобів / *Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції*. Кропивницький: ЦНТУ. – 2021. – С. 95.
11. Rodrigue J.-P. *The Geography of Transport Systems*. Routledge, 2020.
12. Лаврик В.В., Кузев І.О., Мороз М.М. Підвищення ефективності міського транспорту загального користування за рахунок створення об'єднаних підприємств / *Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції*, 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 34-36.
13. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В. Якість та контроль транспортного процесу (вантажні та пасажирські автомобільні перевезення): навч. посібник. Кременчук: КрНУ, 2023. 138 с.
14. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань / *Вісник машинобудування та транспорту* ISSN 2415-3486. - №2(18), 2023. – С. 17-22. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-17-1-17-22>.
15. Moroz O., Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Vasytkovska K. Digital Marketing Communications Transformation in Wartime / 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). – pp. 1-6. DOI: 10.1109/MEES61502.2023.10402369
16. OECD/ITF. *Urban Mobility Report*. Paris: OECD Publishing, 2022.
17. Moroz M.M., Khorolskyi V.L., Moroz O.V., Herasymchuk V.V., Vasytkovska K.V. Organization and provision of buses operation on the route taking into account the expenditures of participants of the transportation process / (2018) *International Journal of Engineering and Technology (UAE)*. – 7 (4.3). – pp. 206-210.
18. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) *Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки»*, Вип. № 9 (40). – С. 197-204.
19. Шведчикова І., Солошич І., Мороз М. Аналіз інноваційних фізичних методів неруйнівної діагностики для забезпечення екологічної безпеки на міському електротранспорті / (2024) *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Випуск 1/2024 (144). – С. 117-123. DOI <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2024.1.15>

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗАСОБАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

М. Сорокіна, студентка;

С. Король, к.т.н., доцент

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

В умовах посилення глобалізації економіки та експоненційного зростання обсягів перевезень, транспортна галузь стикається з низкою критичних викликів: необхідністю радикального підвищення операційної ефективності, забезпечення абсолютної безпеки, мінімізації негативного екологічного впливу та швидкої адаптації до мінливих факторів (зокрема, заторів, погодних умов і змін споживчого попиту).

Сучасні транспортні системи функціонують в умовах надзвичайної складності вантажних і пасажирських потоків, через що традиційні (реактивні) методи управління втрачають свою ефективність. Впровадження штучного інтелекту (ШІ) стає стратегічною необхідністю, дозволяючи перейти до проактивного та автономного режиму управління.

Застосування алгоритмів машинного навчання, нейронних мереж та інтелектуальних систем підтримки рішень надає можливість вирішувати ключові завдання: високоточне прогнозування, динамічна оптимізація та адаптивне управління рухом. Таким чином, організацію транспортного процесу нового покоління можна формалізувати та досягти через мінімізацію сумарних приведених витрат:

$$Z = Z_{\text{експл}} + Z_{\text{час}}, \quad (1)$$

де $Z_{\text{експл}}$ – експлуатаційні витрати перевізника; $Z_{\text{час}}$ – витрати часу пасажирів або клієнтів, перераховані у вартісну форму.

ШІ дозволяє знайти оптимальний розподіл транспортних засобів на маршрутах через адаптивні алгоритми:

$$\min_{x_i} F(x) = \sum_{i=1}^n (C_i(x_i) + \alpha T_i(x_i)), \quad (2)$$

де x_i – кількість транспортних засобів на маршруті i , $C_i(x_i)$ – витрати перевізника, $T_i(x_i)$ – середній час очікування пасажирів, α – вартісний коефіцієнт часу.

Задача вирішується методами градієнтної оптимізації, генетичних алгоритмів чи нейронних мереж.

Із закордонного досвіду практичне застосування ШІ включає:

1. Прогнозування попиту (Варшава, Барселона) – зменшення кількості порожніх рейсів на 12–18 %.
2. Оптимізацію маршрутів (Сінгапур, Smart Mobility 2030):

$$T_{\text{об}} = \frac{L}{V_{\text{сер}}} + t_{\text{noc}}, \quad (3)$$

де L – довжина маршруту, $V_{\text{сер}}$ – середня швидкість руху, t_{noc} – час простою на зупинках.

Оптимізація $T_{\text{об}}$ дозволяє визначати необхідну кількість автобусів:

$$N = \frac{Qt_{оч}}{PT_{об}}, \quad (4)$$

де Q – добовий пасажиропотік, $t_{оч}$ – допустимий час очікування, P – місткість транспортного засобу.

3. Інтелектуальні системи управління рухом (Лондон, SCOOT) – зниження затримок на 15 %.

4. Забезпечення безпеки (Німеччина) – відеоаналітика попередження небезпечних ситуацій.

Висновок. Застосування ІІІ у транспорті забезпечує зниження витрат, підвищення ефективності, безпеки та якості обслуговування, формуючи концепцію «розумної мобільності».

Список використаних джерел

1. Moroz M. M., Khorolskyi V. L., Moroz O. V., Herasymchuk V. V., Vasytkovska K. V. Organization and provision of buses operation on the route taking into account the expenditures of participants of the transportation process. *International Journal of Engineering and Technology (UAE)*. 2018. Vol. 7 (4.3). P. 206-210.
2. Мороз М.М., Гайкова Т.В. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук. *Центральноукраїнський науковий вісник*. 2024. Вип. 9(40). С. 197-204.
3. European Commission. *Artificial Intelligence for Europe*. Brussels, 2018.
4. Левковець П.Р., Мороз М.М., Мороз О.В. Удосконалення перевезень пасажирів м. Кременчук // *Управління проектами, системний аналіз і логістика: науковий журнал*. – Вип. 7. – К.: НТУ, 2010. – С. 304–308.
5. Мороз М.М. Шляхи вдосконалення пасажирських перевезень транспортом загального користування // *Збірник наукових праць Кіровоградського національного університету*. – 2015. – Вип. 28. – С. 57-63.
6. Мороз М.М. Розробка заходів удосконалення маршрутної мережі громадського транспорту м. Кременчук на основі розподілу пасажиропотоку гравітаційним методом // *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал*. –2015. – № 2 (219). – С. 44–49.
7. Zhang D., He T., Zhao F., Cao J. Context-aware real-time urban traffic control using cloud-based big data analytics. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. 2019. Vol. 20(5). P. 1497–1507.
8. Мороз М.М., Король С.О., Мороз О.В., Марченко Д.М., Єпіфанова О.В. Соціально-економічне забезпечення пасажирського транспорту загального користування. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. Вип. 1 (242) *Северодонецьк* 2018 – С.100-105.
9. Vasytkovska, K., Vasytkovskyi, O., Leshchenko, S., Sviren, M., Moroz, M. (2020) Identification of parameters of pneumatican dmechanical seeding device under the in fluence of vacuum / *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26 (5), pp. 1091-1094.
10. Moroz, M., Markevich A., Moroz O., Vasytkovskyi O. Results of Social-Transport Monitoring of Passenger Transportation Kremenchuk City / *Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences*, 2019, Col.2(33) 76-90.
11. Singapore Land Transport Authority. *Smart Mobility 2030: Intelligent Transport Systems Master Plan*. Singapore, 2014.
12. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свиногокомплексу / *Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of machine and equipment reliability*, 2020. – р. 241-242.
13. Мороз М. М., Труніна І. М., Мороз О. В. Оптимізація логістичної діяльності переробного підприємства / *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*. - *Збірник наукових праць* №3-4 (280-281), 2021. – С. 63-69.
14. Левковець П.Р., Мороз М.М., Кобилецький Р.В. Удосконалення логістичного управління перевезень пасажирів / *Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського*.– Випуск 6/2007 (47). – Частина 1. – С. 113-115.
15. Мороз М.М., Чапенко О.С. Визначення структури рухомого складу для пасажирських перевезень м. Кременчука / *Вісник КДПУ*.– Кременчук. – 2009.–Вип. 5. – С. 58-60.
16. *Transport for London. SCOOT Adaptive Traffic Control System*. London, 2020.
17. Кір'янов О.Ф., Мороз М.М., Чаплінський В.С. Впровадження інформаційних технологій в організацію міських перевезень / *Вісник КДПУ*. – 2008. – Випуск 1. – С. 48.
18. Papadimitratos P., La Fortelle A., Evenssen K., Brignolo R., Cosenza S. Vehicular communication systems: Enabling technologies, applications, and future outlook on intelligent transportation. *IEEE Communications Magazine*. 2009. Vol. 47(11). P. 84–95.

ВПЛИВ ВИЇЗДУ ГРОМАДЯН ДО 22 РОКІВ ЗА КОРДОН НА РОБОТУ ТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ

М. Сорокіна, студентка;

С. Король, к.т.н., доцент

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Внаслідок дії воєнного стану та поглиблення глобалізаційних процесів, транспортна система України зіткнулася із суттєвою дестабілізацією, спричиненою значним міграційним відтоком населення, особливо серед молоді (вікова група до 22 років). Ця демографічна динаміка створює не лише довгострокові соціально-економічні виклики, але й має прямий деструктивний вплив на функціонування логістичних ланцюгів, стан інфраструктури та, насамперед, на сферу пасажирських перевезень.

Взасмозв'язок між масовою міграцією та транспортом найкраще ілюструється через кардинальну зміну обсягів, географії та структури пасажиропотоків – як на міжнародному, так і на внутрішньому (міжобласному та міському) рівнях і можна виразити через зміну пасажиропотоків:

$$Q_t = Q_0 - \Delta Q_{mig}, \quad (1)$$

де Q_t – обсяг внутрішнього пасажиропотоку; Q_0 – початковий обсяг пасажиропотоку; ΔQ_{mig} – зменшення внаслідок виїзду громадян.

Зменшення внутрішнього попиту на транспортні послуги супроводжується зростанням міжнародних перевезень:

$$Q_{int} = Q_{base} + \Delta Q_{mig}, \quad (2)$$

де Q_{int} – міжнародні пасажирські перевезення; Q_{base} – базовий обсяг міжнародних перевезень.

Таким чином, спостерігається перерозподіл транспортного попиту між внутрішнім і зовнішнім сегментами, що дозволяє згрупувати наступні практичні аспекти:

1. Залізничний транспорт – зростання попиту на міжнародні маршрути (Київ–Перемишль, Львів–Хелм), зменшення пасажиропотоку на внутрішніх лініях.
2. Автобусні перевезення – збільшення міжнародних рейсів до Польщі, Чехії, Німеччини, зниження попиту на міжобласні маршрути.
3. Авіаційний транспорт – прямі рейси обмежені через воєнний стан, але транзит через Польщу, Румунію, Угорщину активно використовується молоддю.
4. Міський транспорт – зменшення навантаження у студентських центрах (Київ, Львів, Харків), скорочення попиту на пільгові перевезення.

Також виїзд молоді за кордон призводить й до відтоку трудового потенціалу. Вікова група до 22 років формує основу первинного ринку праці у транспортній сфері: водії, ремонтні спеціалісти, диспетчери, логісти.

Дисбаланс між попитом і пропозицією робочої сили у транспорті описується нерівністю:

$$D_w > S_w, \quad (3)$$

де D_w – попит на працівників у транспортній галузі; S_w – пропозиція робочої сили молодіжної категорії.

Як наслідки маємо: дефіцит кадрів, зростання навантаження на діючий персонал, зниження якості транспортних послуг, підвищення собівартості перевезень. Це вимагає оптимізації перевезень, розвитку транскордонної співпраці та створення програм утримання молодих кадрів в Україні.

Список використаних джерел

1. Закон України «Про транспорт» від 10.11.1994 № 232/94-ВР.
2. Левковець П.Р., Мороз М.М., Бубела А.В., Лабута А.В. Системні аспекти вдосконалення логістичного сервісу. *Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського*. – 2014. – №5. – С. 108–111.
3. Мороз М.М. Розробка заходів удосконалення маршрутної мережі громадського транспорту м. Кременчук на основі розподілу пасажиропотоку гравітаційним методом. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал*. –2015. – № 2 (219). – С. 44–49.
4. Moroz, M., Markevich A., Moroz O., Vasylovskiy O. Results of Social-Transport Monitoring of Passenger Transportation Kremenchuk City / Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences, 2019, Col.2(33) 76-90.
5. Державна служба статистики України. Міграційні процеси в Україні: статистичний бюлетень. Київ, 2023.
6. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Король С.О. Оптимізація вантажних робіт і розміщення тарно-штучних вантажів в транспортних засобах і складах із застосуванням методів ергономіки і теорії систем / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 28–33.
7. Zahorianskyi V., Moroz M., Kovtsur K. Ergonomic and logistic ensuring the requirements for the comfort during the organization of passenger transportation in a small-capacity bus / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 60–64. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2024/311997>
8. Огар О. М., Мороз М. М., Круглова Н. С., Чорний О. С. Перспективи застосування елементів штучного інтелекту в системах автоматизованого проектування залізничних станцій та вузлів. Інтелектуальні транспортні технології. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – С. 169–170.
9. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Vad Hessfeld на основі моделі PTV VISSIM. Сучасні проблеми функціонування логістичних систем: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф., 25–26 листоп. 2024 р. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.– Харків, 2024.– С. 296–299.
10. European Commission. EU-Ukraine Solidarity Lanes. Brussels, 2023.
11. Мороз М.М., Чапенко О.С. Визначення структури рухомого складу для пасажирських перевезень м. Кременчука / *Вісник КДПУ*. – Кременчук. – 2009.–Вип. 5. – С. 58-60.
12. Zahorianskyi V., Zahorianska O., Moroz M. and Moroz O. Development of a Model for Minimizing the Energy Costs of the Transport and Technological Complex, 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022, pp. 1-5.
13. Мороз М., Загорянський В., Гайкова Т., Кузев І. Використання методів дослідження операцій для оптимізації автомобільних перевезень масових вантажів в агропромисловому комплексі / *Вісник Національного технічного університету «ХПИ»*. 2022. Випуск 1 (11). – С. 44-50.
14. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В. Якість та контроль транспортного процесу (вантажні та пасажирські автомобільні перевезення): навч. посібник. Кременчук: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2023. 138 с.
15. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В., Цимбал О. В. Удосконалення методики проектування контейнерного терміналу / *Вісник машинобудування та транспорту*. №2(18), 2023. – С. 56-62.
16. OECD/ITF. Transport and International Migration. Paris: OECD Publishing, 2021.
17. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань / *Вісник машинобудування та транспорту*. №2(18), 2023. – С. 17-22.
18. Moroz O., Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Vasylovskaya K. Digital Marketing Communications Transformation in Wartime / 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). – pp. 1-6.
19. Moroz M.M., Khorolskyi V.L., Moroz O.V., Herasymchuk V.V., Vasylovskaya K.V. Organization and provision of buses operation on the route taking into account the expenditures of participants of the transportation process / (2018) International Journal of Engineering and Technology (UAE). – 7 (4.3). – pp. 206-210.
20. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) *Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки»*, Вип. № 9 (40). – С. 197-204.
21. Шведчикова І., Солошич І., Мороз М. Аналіз інноваційних фізичних методів неруйнівної діагностики для забезпечення екологічної безпеки на міському електротранспорті / (2024) *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Випуск 1/2024 (144). – С. 117-123. DOI <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2024.1.15>

**ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВІДКРИТТЯ, ЗМІНИ ТА ПРИПИНЕННЯ
ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАРШРУТІВ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ**

*М. Мороз, студент;
О. Шаповал, д.т.н., професор
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

Ефективність міського пасажирського транспорту прямо залежить від раціональності та гнучкості його маршрутної мережі. Постійні динамічні зміни – як коливання чисельності населення, активний розвиток житлових масивів, модернізація дорожньої інфраструктури (будівництво нових доріг і великих торгових центрів) вимагають безперервної оптимізації існуючих та відкриття нових маршрутів.

Створення та підтримка маршруту вимагає комплексного підходу, що включає:

Стратегічне планування траси: Обґрунтування логіки руху, встановлення початкових і кінцевих пунктів для забезпечення зв'язку між ключовими зонами генерації та поглинання пасажиропотоку.

Експлуатаційні розрахунки: Точне визначення довжини маршруту та нормування часу в дорозі (з урахуванням операційної швидкості та затримок) для створення надійного розкладу.

Регулювання частоти руху: Обґрунтування інтервалів руху, виходячи з розрахункового пасажиропотоку, для мінімізації часу очікування пасажирів і забезпечення нормативного заповнення транспорту.

Технічне забезпечення: Адекватний підбір рухомого складу (за типом і місткістю) відповідно до реального та прогнозованого пасажиропотоку.

Мережева інтеграція: Обов'язкове врахування пересадочних вузлів для забезпечення зручної та швидкої інтеграції з іншими видами транспорту.

Фактори корекції маршрутної мережі

1. Зміна (коригування) маршруту:

Інфраструктурна реконструкція: Необхідність об'їзду або використання нових ділянок дорожньої мережі внаслідок капітальних ремонтів або будівництва нових розв'язок.

Територіальний розвиток: Транспортне обслуговування нових мікрорайонів або промислових зон, що генерують новий стійкий пасажиропотік.

Адаптація до попиту: Коригування траси у відповідь на зміни пасажиропотоків (наприклад, перенесення великих об'єктів притягання).

Мультиmodalна інтеграція: Потреба створення або поліпшення зв'язку з ключовими пересадочними вузлами (метро, залізничні станції, автовокзали).

2. Закриття маршруту:

Надлишкове дублювання: Ситуація, коли маршрут значною мірою дублюється іншими (наприклад, більш швидкісними або місткими) видами транспорту.

Економічна нерентабельність: Тривала збитковість перевезень через низьку завантаженість, при якій доходи не покривають операційні витрати.

Різка падіння попиту: Значне і стійке зниження пасажиропотоку внаслідок демографічних змін або закриття ключових об'єктів притягання на трасі маршруту.

Паспорт маршруту – офіційний документ, що затверджується органом місцевої влади або уповноваженим департаментом транспорту, розробляється відповідно наказу Міністерства транспорту та зв'язку України від 07.05.2010 № 278 «Про затвердження Порядку розроблення та затвердження паспорта автобусного маршруту» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0408-10#Text>. Він включає основні технічні й організаційні параметри маршруту, зміст розділів якого наведено у табл. 1.

Структура паспорта міського маршруту

Розділ паспорта	Зміст
Загальні відомості	Номер і назва маршруту, перевізник
Схема маршруту	Карта руху з усіма зупинками
Характеристика маршруту	Довжина, час рейсу, кількість зупинок
Рухомий склад	Типи автобусів/тролейбусів, пасажиромісткість
Графік руху	Інтервали у години пік і непік, розклад
Випуск на лінію	Кількість транспортних засобів, зміни
Пасажиропотік	Середньодобовий та годинний пасажиропотік
Умови перевезень	Тариф, пільги, безпека, доступність
Відповідальність перевізника	Зобов'язання щодо якості та безпеки

Висновки. Раціональна організація маршрутної мережі забезпечує ефективність транспортної системи міста. Паспорт маршруту є базовим документом, що регламентує параметри перевезень. Оптимізація маршрутів потребує врахування соціально-економічних і демографічних факторів. Використання транспортних моделей (PTV VISUM, VISUM.NET) підвищує точність планування.

Список використаних джерел

1. Постанова Кабінету Міністрів України №1081 від 03.12.2008 р. Про затвердження Правил надання послуг пасажирського автомобільного транспорту.
2. Moroz, O.V. and Moroz, M.M., 2014. Specific features of city public transport financing (Kremenchuk case study). *Actual Problems of Economics*, 160(1), pp. 239–246.
3. Moroz M. M., Korol S. O., Boiko Y. O. Social traffic monitoring in the city of Kremenchuk / M. M. Moroz, S. O. Korol, Y. O. Boiko // *Actual Problems of Economics*. – К. – 2016. – № 1 (175). – С. 385 – 398.
4. Мороз М.М. Удосконалення транспортної системи пасажирських перевезень м. Кременчук // *Збірник наукових праць*. – Вип. 2 (41). – Полтава: ПолтНТУ, 2014. – С. 156–164.
5. Ortúzar J. de D., Willumsen L. *Modelling Transport*. Wiley, 2011.
6. Мороз Н.Н. Проблемы пассажирского транспорта общего пользования г. Кременчуг // *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – № 44. – С. 103–108.
7. Левковець П.Р., Мороз М.М., Кобилецький Р.В. Удосконалення логістичного управління перевезень пасажирів / *Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського*. – Випуск 6/2007 (47). – Частина 1. – С. 113–115.
8. Мороз М.М. Розробка заходів удосконалення маршрутної мережі громадського транспорту м. Кременчук на основі розподілу пасажиропотоку гравітаційним методом // *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал*. – 2015. – № 2 (219). – С. 44–49.
9. Moroz, M., Markevich A., Moroz O., Vasylykovskiy O. Results of Social-Transport Monitoring of Passenger Transportation Kremenchuk City / *Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences*, 2019, Col.2(33) 76-90.
10. Rodrigue J.-P. *The Geography of Transport Systems*. Routledge, 2020.
11. Левковець П.Р., Мороз М.М., Бубела А.В., Лабута А.В. Системні аспекти вдосконалення логістичного сервісу. *Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського*. – 2014. – №5. – С. 108–111.
12. Дмитрієв М.М., Мороз М.М. Основні напрями вдосконалення міських пасажирських перевезень м. Кременчук / *Управління проектами, системний аналіз і логістика*, Вип. 10, с. 58–62, 2012.
13. Мороз М.М., Чапенко О.С. Визначення структури рухомого складу для пасажирських перевезень м. Кременчука / *Вісник КДПУ*. – Кременчук. – 2009. – Вип. 5. – С. 58–60.
14. Moroz M., Korol S., Plichko A. Improvement of urban transport system / *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. – 2016. – Випуск 6 (1). – С. 71–75.
15. Мороз М., Норцов О., Кальянов В. Підвищення ефективності системи міських пасажирських перевезень шляхом удосконалення розкладу руху транспортних засобів / *Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції*. Кропивницький: ЦНТУ. – 2021. – С. 95.
16. Міністерство інфраструктури України. *Методика організації міських пасажирських перевезень*. Київ, 2021.
17. Лаврик В.В., Кузев І.О., Мороз М.М. Підвищення ефективності міського транспорту загального користування за рахунок створення об'єднаних підприємств / *Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems"*, 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 34–36.

ПРАВОВІ ОСНОВИ ТА ВИКЛИКИ У СФЕРІ ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УКРАЇНИ

М. Мороз, студент

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Розвиток сучасних транспортних технологій та забезпечення сталого функціонування транспортної системи неможливі без ефективної законодавчої та нормативно-правової бази. Ця база є ключовим інструментом, що регламентує правила функціонування галузі, гарантує безпеку перевезень, регулює відносини між учасниками ринку та забезпечує інтеграцію національної інфраструктури у міжнародний транспортний простір.

Чинна нормативно-правова архітектура

Правове регулювання ґрунтується на Конституції України та системі галузевих законів. До основних законодавчих актів, що визначають сферу транспортних технологій, належать:

- Закони України «Про транспорт», «Про автомобільний транспорт», «Про залізничний транспорт», «Про дорожній рух», а також спеціалізовані закони щодо морського, річкового та авіаційного транспорту.
- Спеціальні кодекси: Регулювання економічних аспектів та міжнародних перевезень здійснюється через положення Митного та Податкового кодексів України.
- Підзаконні акти та стандарти: Систему доповнюють постанови Кабінету Міністрів України, накази Міністерства інфраструктури, галузеві стандарти ДСТУ, а також ратифіковані міжнародні угоди (зокрема, конвенції CMR, SOLAS, ICAO).

Європейська інтеграція та гармонізація

Ключовим стратегічним напрямом розвитку є гармонізація українського законодавства з правом Європейського Союзу (*acquis communautaire*). Це необхідно для повноцінної інтеграції до Транс'європейської транспортної мережі (TEN-T). Основні сфери гармонізації:

1. Впровадження європейських стандартів безпеки та екологічних норм (Euro-6, TIRE).
2. Цифровізація транспортних процесів, включаючи впровадження електронного документообігу та Інтелектуальних транспортних систем (ІТС).

Нормативно-правові акти включають постанови Кабінету Міністрів України, накази Міністерства інфраструктури, галузеві стандарти ДСТУ, а також міжнародні угоди (Конвенція CMR, SOLAS, ICAO). Важливим напрямом є гармонізація українського законодавства з правом ЄС (*acquis communautaire*), зокрема у сфері:

- інтеграції до Транс'європейської транспортної мережі (TEN-T);
- впровадження стандартів безпеки та екологічних норм;
- цифровізації транспортних процесів (електронні документи, інтелектуальні транспортні системи).

Модернізація законодавчої та нормативно-правової бази є ключовим чинником конкурентоспроможності транспортної системи України. Її реформування відповідно до європейських норм дозволить підвищити ефективність галузі та забезпечить повноцінне включення країни до глобальних транспортних коридорів.

Список використаних джерел

1. Закон України «Про транспорт» від 10.11.1994 № 232/94-ВР.

2. Moroz, O.V. and Moroz, M.M., 2014. Specific features of city public transport financing (Kremenchuk case study). *Actual Problems of Economics*, 160(1), pp. 239–246.
3. Левковець П.Р., Мороз М.М., Бубела А.В., Лабута А.В. Системні аспекти вдосконалення логістичного сервісу. *Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського*. – 2014. – №5. – С. 108–111.
4. Мороз Н.Н. Проблемы пассажирского транспорта общего пользования г. Кременчуг // *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – № 44. – С. 103–108.
5. Zahorianskyi V., Zahorianska O., Moroz M. and Moroz O. Development of a Model for Minimizing the Energy Costs of the Transport and Technological Complex, 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022, pp. 1-5.
6. Закон України «Про залізничний транспорт» від 04.07.1996 № 273/96-ВР.
7. Мороз М.М. Розробка заходів удосконалення маршрутної мережі громадського транспорту м. Кременчук на основі розподілу пасажиропотоку гравітаційним методом // *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал*. –2015. – № 2 (219). – С. 44–49.
8. Moroz, M., Korol, S., Yelistratov, V., Moroz, O., Korol, K., Zahorianskyi, V. (2020) Device for Stabilizing the Electrical Power of a Diesel Generator in Transport / *Proceedings of the 25th IEEE International Conference on Problems of Automated Electric Drive. Theory and Practice*, PAEP 2020, DOI: 10.1109/PAEP49887.2020.9240910.
9. Vasytkovska, K., Vasytkovskyi, O., Leshchenko, S., Sviren, M., Moroz, M. (2020) Identification of parameters of pneumatic and mechanical seeding device under the influence of vacuum / *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26 (5), pp. 1091-1094.
10. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свиного комплексу / *Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of machine and equipment reliability*, 2020. – р. 241-242.
11. Закон України «Про автомобільний транспорт» від 05.04.2001 № 2344-III.
12. Мороз М.М., Чапенко О.С. Визначення структури рухомого складу для пасажирських перевезень м. Кременчука / *Вісник КДПУ*. – Кременчук. – 2009. – Вип. 5. – С. 58-60.
13. Балкунов М.В., Мороз М.М. Створення нормативно-правових основ експедиторської діяльності / *Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 17 – 19 листопада 2022 р. "Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту"*. – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. – С. 68 – 73.
14. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань / *Вісник машинобудування та транспорту ISSN 2415-3486*. - №2(18), 2023. – С. 17-22. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-17-1-17-22>.
15. Закон України «Про дорожній рух» від 30.06.1993 № 3353-XII.
16. Moroz O., Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Vasytkovska K. Digital Marketing Communications Transformation in Wartime / 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). – pp. 1-6. DOI: 10.1109/MEES61502.2023.10402369
17. Zahorianskyi V., Moroz M., Kovtsur K. Ergonomic and logistic ensuring the requirements for the comfort during the organization of passenger transportation in a small-capacity bus / (2024) *Транспортні системи та технології перевезень*, Вип. № 28. С. 60–64. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2024/311997>
18. Moroz M.M., Khorolskyi V.L., Moroz O.V., Herasymchuk V.V., Vasytkovska K.V. Organization and provision of buses operation on the route taking into account the expenditures of participants of the transportation process / (2018) *International Journal of Engineering and Technology (UAE)*. – 7 (4.3). – pp. 206-210.
19. European Commission. *European Transport Policy for 2050*. Brussels, 2021.
20. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) *Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки»*, Вип. № 9 (40). – С. 197-204. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).1.197-204](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).1.197-204)
21. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Король С.О. Оптимізація вантажних робіт і розміщення тарно-штучних вантажів в транспортних засобах і складах із застосуванням методів ергономіки і теорії систем / (2024) *Транспортні системи та технології перевезень*, Вип. № 28. С. 28–33. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2024/311996>
22. OECD/ITF. *Transport Outlook 2023: Sustainable Mobility for All*. Paris: OECD Publishing, 2023.
23. Огар О. М., Мороз М. М., Круглова Н. С., Чорний О. С. Перспективи застосування елементів штучного інтелекту в системах автоматизованого проектування залізничних станцій та вузлів. *Інтелектуальні транспортні технології: тези доповідей 3-ї міжнар. наук.-техн. конф. (22-23 листопада 2022 р.)*. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – С. 169–170.
24. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Vad Hessfeld на основі моделі PTV VISSIM. *Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталий розвиток транспортних систем: наука і практика: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф.*, 25–26 листоп. 2024 р. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Харків, 2024. – С. 296–299.
25. Rodrigue J.-P. *The Geography of Transport Systems*. 5th edition. New York: Routledge, 2020.

АНАЛІЗ ЗАВДАНЬ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ ЕКСПЕДИТОРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА РИНКУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

*В. Поліщук, студент;
М. Мороз, д.т.н., професор*

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Професійне експедирування є невід'ємним елементом сучасного транспортного процесу, критично важливим для ефективного управління вантажопотоками та забезпечення скоординованої взаємодії між усіма учасниками логістичного ланцюга. Експедитор виступає як ключовий інтегратор, відповідальний за організацію перевезення, контроль за виконанням договірних зобов'язань та оптимізацію сукупних логістичних витрат. Основні завдання, що стоять перед експедитором, а також приклади їхньої практичної реалізації з урахуванням передового міжнародного досвіду, детально представлені в Таблиці 1.

Таблиця 1

Основні задачі експедитора та приклади їх практичної реалізації

Задача експедитора	Приклад компанії	Проблема	Шлях вирішення
Організація маршруту та вибір перевізника	DHL (Німеччина) – мультимодальні перевезення	Складність координації різних видів транспорту	Використання цифрових платформ для планування логістики
Оформлення транспортних і митних документів	Кюне і Нагель (Швейцарія) – морські контейнерні перевезення	Затримки через різні митні вимоги	Запровадження електронних документів та блокчейн-технологій
Контроль термінів доставки	Amazon (США) – глобальні B2B поставки	Ризик зриву термінів у пікові сезони	Використання прогнозної аналітики та AI для управління ланцюгами постачання
Страховання та збереження вантажу	Укрзалізниця Логістика (Україна) – перевезення зерна	Пошкодження чи втрата вантажу в дорозі	Вибір надійних страховиків та моніторинг вантажів GPS-системами
Фінансовий контроль витрат	Maersk (Данія) – морські перевезення	Зростання вартості фрахту	Використання довгострокових контрактів і тарифної оптимізації

Висновки. Експедиторська діяльність є важливим елементом сучасної транспортної логістики. Експедитор виконує функції організатора, посередника та контролера між перевізником і замовником. Практика провідних компаній світу свідчить, що цифровізація та аналітика значно підвищують ефективність роботи експедитора. В Україні є потреба у вдосконаленні нормативної бази та розширенні ринку експедиторських послуг.

Список використаних джерел

- Rodrigue J.-P. The Geography of Transport Systems. Routledge, 2020.
- Левковець П.Р., Мороз М.М., Бубела А.В., Лабута А.В. Системні аспекти вдосконалення логістичного сервісу. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2014. – №5. – С. 108–111.
- Vasytkovska, K., Vasytkovskyi, O., Leshchenko, S., Sviren, M., Moroz, M. (2020) Identification of parameters of pneumatic dmechanical seeding device under the in fluence of vacuum / Bulgarian Journal of Agricultural Science, 26 (5), pp. 1091-1094.

4. Korol, S.O., Moroz, M., Korol, S.S., Yelistratov, V., Moroz, O. (2019) Development of a Moderator of the Pump Controlled Drive for the Engine / Proceedings of the International Conference on Modern Electrical and Energy Systems, MEES 2019, стаття № 8896485, pp. 30-33. DOI: 10.1109/MEES.2019.8896485.
5. Мороз М., Загорянський В., Гайкова Т., Кузев І. Використання методів дослідження операцій для оптимізації автомобільних перевезень масових вантажів в агропромисловому комплексі / Вісник Національного технічного університету «ХПІ». 2022. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – Випуск 1 (11). – С. 44-50.
6. UNCTAD. Review of Maritime Transport 2022. Geneva, 2022.
7. Мороз М.М., Загорянський В.Г. Удосконалення організації транспортних робіт з метою мінімізації втрат картоплі в післязбиральний період / Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 47-52.
8. Солонець А., Кузев І., Мороз М., Бешляг І. Використання на автомобільному транспорті супутникових технологій навігації та зв'язку / Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 26-29.
9. Балкунов М.В., Мороз М.М. Створення нормативно-правових основ експедиторської діяльності / Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 17 – 19 листопада 2022 р. "Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту". – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 68 – 73.
10. Zahorianskyi V., Zahorianska O., Moroz M. and Moroz O. Development of a Model for Minimizing the Energy Costs of the Transport and Technological Complex, 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022, pp. 1-5.
11. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В. Якість та контроль транспортного процесу (вантажні та пасажирські автомобільні перевезення): навч. посібник. Кременчук: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2023. 138 с.
12. Крикавський Є. Логістика та управління ланцюгами постачань. Львів, 2019.
13. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В., Цимбал О. В. Удосконалення методики проектування контейнерного терміналу / Вісник машинобудування та транспорту ISSN 2415-3486. - №2(18), 2023. – С. 56-62. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-18-2-56-62>.
14. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань / Вісник машинобудування та транспорту ISSN 2415-3486. - №2(18), 2023. – С. 17-22. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-17-1-17-22>.
15. Moroz O., Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Vasylykova K. Digital Marketing Communications Transformation in Wartime / 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). – pp. 1-6. DOI: 10.1109/MEES61502.2023.10402369
16. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки», Вип. № 9 (40). – С. 197-204. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).1.197-204](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).1.197-204)
17. DHL Global Forwarding – офіційний сайт. <https://www.dhl.com>
18. Мороз М. М., Загорянський В. Г., Гайкова Т. В., Солошич І. О., Загорянський О. В. Удосконалення взаємодії видів вантажного транспорту на кременчуцькому терміналі «Нібулон» при перевалці зернових вантажів / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 27. С. 4–10. DOI: <https://doi.org/10.15802/tsst2024/307333>
19. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Король С.О. Оптимізація вантажних робіт і розміщення тарно-штучних вантажів в транспортних засобах і складах із застосуванням методів ергономіки і теорії систем / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 28–33. DOI: <https://doi.org/10.15802/tsst2024/311996>
20. Огар О. М., Мороз М. М., Кондратьєв І. В. Забезпечення безпеки сортувального процесу шляхом обґрунтування його ефективних параметрів. Інтелектуальні транспортні технології : тези доповідей 5-ої Міжнародної науково-технічної конференції, 25-27 листопада 2024 р. – Харків: УкрДУЗТ, 2024. – С. 273–274.
21. Огар О. М., Мороз М. М., Круглова Н. С., Чорний О. С. Перспективи застосування елементів штучного інтелекту в системах автоматизованого проектування залізничних станцій та вузлів. Інтелектуальні транспортні технології : тези доповідей 3-ї міжнар. наук.-техн. конф. (22-23 листопада 2022 р.). – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – С. 169–170.
22. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Vad Hessfeld на основі моделі PTV VISSIM. Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталий розвиток транспортних систем: наука і практика: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф., 25–26 листоп. 2024 р. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.– Харків, 2024.– С. 296–299.
23. Kuehne + Nagel International AG – офіційний сайт. <https://www.kuehne-nagel.com>

**МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ У ЛОГІСТИЧНИХ ВУЗЛАХ
ЗАСОБАМИ PTV VISSIM ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЕДИРУВАННЯ**

М. Мороз, студент;

О. Шаповал, д.т.н., професор

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Сучасна організація транспортно-експедиційної діяльності вимагає переходу до високоточних, інноваційних інструментів моделювання для ефективного аналізу та оптимізації вантажних і пасажирських перевезень. Ключовим рішенням у цьому контексті є використання PTV VISSIM — провідної імітаційної мікромоделі транспортних потоків. Цей програмний комплекс забезпечує деталізоване дослідження взаємодії окремих транспортних засобів у складних умовах (зокрема, у вузлах, на перехрестях та терміналах), реалізуючи дискретно-подієвий підхід до відтворення динаміки транспортних процесів.

Мета впровадження цієї моделі в експедиторську практику – мінімізація часових та фінансових втрат. Відтак, функціонування транспортно-експедиційної системи підлягає формалізації та може бути описане через цільову функцію мінімізації сумарного часу доставки та супутніх операційних витрат:

$$F = \min \sum_{i=1}^n (C_i + \alpha T_i + \beta E_i), \quad (1)$$

де C_i – експлуатаційні витрати на обслуговування транспортних засобів; T_i – час доставки вантажу (пасажирів); E_i – екологічні витрати (викиди, шум); α , β – коефіцієнти вагомості. Таким чином, за допомогою PTV VISSIM визначаються оптимальні маршрути, швидкісні режими та параметри організації перевезень.

Практичне застосування моделі PTV VISSIM охоплює:

1. Моделювання вантажних перевезень – імітація руху автомобілів у міських умовах дозволяє визначати оптимальні схеми доставки «last mile» та зменшувати простоя.

2. Організація мультимодальних перевезень – використання PTV VISSIM у поєднанні з PTV VISUM забезпечує аналіз взаємодії автомобільного, залізничного та водного транспорту, що є ключовим у транспортно-експедиційній роботі.

У Німеччині PTV VISSIM застосовується для оптимізації логістики контейнерних терміналів у портах Гамбурга та Бремена. У Польщі модель використана для планування вантажопотоків у логістичних центрах Варшави, що дозволило скоротити час доставки на 14 %. У Китаї оптимізовано організацію вантажопотоків у приморських мегаполісах (Шанхай, Гуанчжоу), що підвищило пропускну спроможність вулично-дорожньої мережі на 12 %. Візуалізація сценаріїв дозволяє не лише розрахувати показники, але й наочно відтворити рух транспортних засобів у 2D/3D, що підвищує якість прийняття управлінських рішень.

Висновки: Використання PTV VISSIM у транспортно-експедиційній діяльності забезпечує скорочення витрат часу та коштів на організацію перевезень, підвищення точності прогнозування логістичних процесів, інтеграцію у світову практику «розумної логістики», що дозволяє підвищити ефективність транспортно-експедиційної роботи.

Список використаних джерел

1. PTV Group. PTV VISSIM 2023 User Manual. Karlsruhe: PTV Planung Transport Verkehr AG, 2023.

2. Шраменко Н.Ю., Мороз М.М. Формування раціональної технології транспортно-експедиційного обслуговування вантажовласників у міському сполученні. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. – Кременчук: КрНУ, 2015. – Вип. 2/2015 (91). – С. 69–73.
3. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свиногокомплексу / Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of machine and equipment reliability, 2020. – р. 241-242.
4. Левковець П.Р., Мороз М.М., Бубела А.В., Лабута А.В. Системні аспекти вдосконалення логістичного сервісу. *Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського*. – 2014. – №5. – С. 108–111.
5. Мороз М., Загорянський В., Гайкова Т., Кузев І. Використання методів дослідження операцій для оптимізації автомобільних перевезень масових вантажів в агропромислового комплексу / *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. 2022. – Випуск 1 (11). – С. 44-50.
6. Tamminga G., Immers B., Verweij N. Application of micro-simulation (VISSIM) for traffic safety assessment. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*. 2008. Vol. 8(3). P. 267–280.
7. Мороз М.М., Загорянський В.Г. Удосконалення організації транспортних робіт з метою мінімізації втрат картоплі в післязбиральний період / *Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems"*, 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 47-52.
8. Балкунов М.В., Мороз М.М. Створення нормативно-правових основ експедиторської діяльності / *Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 17 – 19 листопада 2022 р. "Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту"*. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 68 – 73.
9. Zahorianskyi V., Zahorianska O., Moroz M. and Moroz O. Development of a Model for Minimizing the Energy Costs of the Transport and Technological Complex, 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022, pp. 1-5.
10. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В. Якість та контроль транспортного процесу (вантажні та пасажирські автомобільні перевезення): навч. посібник. Кременчук: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2023. 138 с.
11. Chen X., Yu L., Zhang Y. Using VISSIM to simulate freeway operations during incidents. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. 2011. Vol. 2230. P. 110–119.
12. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В., Цимбал О. В. Удосконалення методики проектування контейнерного терміналу / *Вісник машинобудування та транспорту ISSN 2415-3486*. - №2(18), 2023. – С. 56-62. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-18-2-56-62>.
13. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань / *Вісник машинобудування та транспорту ISSN 2415-3486*. - №2(18), 2023. – С. 17-22. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-17-1-17-22>.
14. Moroz O., Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Vasylykova K. Digital Marketing Communications Transformation in Wartime / 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). – pp. 1-6. DOI: 10.1109/MEES61502.2023.10402369
15. Шведчикова І., Солошич І., Мороз М. Аналіз інноваційних фізичних методів неруйнівної діагностики для забезпечення екологічної безпеки на міському електротранспорті / (2024) *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Випуск 1/2024 (144). – С. 117-123. DOI <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2024.1.15>
16. Kuehne R., Nagel K. Transportation systems analysis with simulation: Case study of VISSIM applications in Germany. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2015. Vol. 80. P. 341–351.
17. Мороз М. М., Загорянський В. Г., Гайкова Т. В., Солошич І. О., Загорянський О. В. Удосконалення взаємодії видів вантажного транспорту на кременчуцькому терміналі «Нібулон» при перевалці зернових вантажів / (2024) *Транспортні системи та технології перевезень*, Вип. № 27. С. 4–10. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2024/307333>
18. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Король С.О. Оптимізація вантажних робіт і розміщення тарно-штучних вантажів в транспортних засобах і складах із застосуванням методів ергономіки і теорії систем / (2024) *Транспортні системи та технології перевезень*, Вип. № 28. С. 28–33. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2024/311996>
19. Огар О. М., Мороз М. М., Кондратьєв І. В. Забезпечення безпеки сортувального процесу шляхом обґрунтування його ефективних параметрів. *Інтелектуальні транспортні технології : тези доповідей 5-ої Міжнародної науково-технічної конференції, 25-27 листопада 2024 р.* – Харків: УкрДУЗТ, 2024. – С. 273–274.
20. Li M., Li J., Wang Y. Application of PTV VISSIM in urban logistics distribution optimization: Case study in Shanghai. *Journal of Advanced Transportation*. 2020. Vol. 2020. P. 1–12.
21. Огар О. М., Мороз М. М., Круглова Н. С., Чорний О. С. Перспективи застосування елементів штучного інтелекту в системах автоматизованого проектування залізничних станцій та вузлів. *Інтелектуальні транспортні технології : тези доповідей 3-ї міжнар. наук.-техн. конф. (22-23 листопада 2022 р.)*. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – С. 169–170.
22. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Vad Hessfeld на основі моделі PTV VISSIM. Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталий розвиток транспортних систем: наука і практика: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф., 25–26 листоп. 2024 р. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.– Харків, 2024.– С. 296–299.

ТРАНСПОРТ І СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК СУСПІЛЬСТВА

*М. Чубаров, студент;
Д. Молоштан, к.т.н., доцент
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

Транспорт є фундаментальною складовою соціально-економічного розвитку суспільства, забезпечуючи мобільність населення, інтеграцію ринків і доступ до ресурсів. Ефективність транспортної системи прямо впливає на продуктивність економіки, рівень життя та конкурентоспроможність держави. Соціально-економічний ефект від розвитку транспорту можна описати через функцію суспільного добробуту:

$$W = f(Q_t, T_c, C_e, E_s), \quad (1)$$

де Q_t – обсяги транспортних послуг; T_c – витрати часу на перевезення; C_e – економічні витрати на транспорт; E_s – соціальний ефект (доступність освіти, медицини, ринку праці).

Оптимізація транспортної системи передбачає мінімізацію витрат часу й ресурсів при максимізації доступності:

$$F = \min (C_e + \alpha T_c) \text{ за умови } E_s \geq E_{\min}, \quad (2)$$

де α – коефіцієнт вартості часу, E_{\min} – мінімальний рівень соціальної доступності.

Практичні аспекти застосування:

1. Міський рівень – громадський транспорт забезпечує доступ населення до освіти, медицини, робочих місць. (Приклад: система метро та швидкісних трамваїв у Києві знижує транспортні витрати домогосподарств).

2. Національний рівень – транспортні коридори (автомобільні, залізничні, річкові) є основою інтеграції регіонів у єдиний економічний простір. (Приклад: розвиток коридору Go Highway (Гданськ–Одеса) в Україні).

3. Міжнародний рівень – транспорт сприяє інтеграції у світову економіку. (Україна бере участь у формуванні Транс'європейської транспортної мережі (TEN-T), що забезпечує вихід на європейські ринки).

Закордонний досвід:

- Німеччина: мережа швидкісних поїздів (ICE) стимулює розвиток бізнесу та туризму.

- Китай: інвестиції у швидкісні залізниці створили нові економічні зони навколо вокзалів.

- США: міжштатні автомагістралі забезпечують інтеграцію ринку праці та зростання мобільності населення.

Висновки. Розвиток транспорту забезпечує економічне зростання та конкурентоспроможність держави, скорочення соціальної нерівності через підвищення доступності послуг, а також інтеграцію країни у міжнародні транспортно-економічні системи. Транспорт є стратегічним фактором соціально-економічного розвитку суспільства.

Список використаних джерел

1. Левковець П.Р., Мороз М.М., Бубела А.В., Лабута А.В. Системні аспекти вдосконалення логістичного сервісу. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2014. – №5. – С. 108–111.
2. Moroz M., Korol S., Plichko A. Improvement of urban transport system / Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2016. – Випуск 6 (1). – С. 71-75.
3. European Commission. European Transport Policy for 2050. Brussels, 2021.
4. Moroz, O.V. and Moroz, M.M., 2014. Specific features of city public transport financing (Kremenchuk case study). Actual Problems of Economics, 160(1), pp. 239–246.

ВЗАЄМОДІЯ МАГІСТРАЛЬНОГО ТА МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ*М. Мороз, студент;**Д. Молоштан, к.т.н., доцент**Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

Система пасажирських перевезень складається з магістрального транспорту (залізничного, автомобільного, авіаційного, річкового) та міського транспорту (автобуси, тролейбуси, трамваї, метро, маршрутні таксі). Взаємодія цих підсистем є ключовою умовою забезпечення безперервності перевезень і зниження сумарних витрат часу пасажирів. Ефективність взаємодії визначається через мінімізацію сумарних приведених витрат:

$$Z = \min \sum_{i=1}^n (C_i + \alpha T_i), \quad (1)$$

де C_i – експлуатаційні витрати підприємств міського транспорту; T_i – витрати часу пасажирів на пересадку та очікування; α , – коефіцієнт перерахунку часу у вартісний еквівалент.

Оптимальна кількість міських транспортних засобів для обслуговування вузла визначається:

$$N = \frac{Qt_{оч}}{PT_{об}}, \quad (2)$$

де Q – пасажиропотік з магістрального транспорту; $t_{оч}$ – допустимий час очікування; P – місткість транспортного засобу; $T_{об}$ – час обороту на маршруті.

Практичні аспекти застосування взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту загального користування можуть бути реалізовані:

1. Залізничний вокзал → міський транспорт – інтеграція маршрутів автобусів і тролейбусів для швидкої пересадки пасажирів.
2. Аеропорти → міський транспорт – міжнародний досвід (Варшава, Франкфурт, Відень) із високою частотою руху.
3. Річкові та автовокзали – у поєднанні з міським транспортом дозволяють розвантажити автомобільні дороги.

Закордонний досвід взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту загального користування свідчить:

- Польща: система Park&Ride забезпечує інтеграцію авто + метро + залізниця.
- Німеччина (Берлін): транспортні хаби поєднують міжміські вокзали з мережею S-Bahn та метро.
- Сінгапур: концепція Transit-Oriented Development (TOD), де всі види транспорту об'єднані в єдину систему.

Висновки. Взаємодія магістрального та міського транспорту дозволяє скоротити витрати часу пасажирів, підвищити ефективність використання рухомого складу, знизити експлуатаційні витрати перевізників та забезпечити екологічність перевезень. Інтеграція магістральних та міських перевезень є ключем до підвищення якості транспортного обслуговування населення.

Список використаних джерел

1. Мороз М.М. Розробка заходів удосконалення маршрутної мережі громадського транспорту м. Кременчук на основі розподілу пасажиропотоку гравітаційним методом // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал. – 2015. – № 2 (219). – С. 44–49.
2. European Commission. Urban Mobility Framework. Brussels, 2021.
3. Moroz M. M., Korol S. O., Boiko Y. O. Social traffic monitoring in the city of Kremenchuk / M. M. Moroz, S. O. Korol, Y. O. Boiko // Actual Problems of Economics / Aktualni Problemy Ekonomiki. – K. – 2016. – № 1 (175). – С. 385 – 398.
4. Левковець П.Р., Мороз М.М., Мороз О.В. Удосконалення перевезень пасажирів м. Кременчук // Управління проектами, системний аналіз і логістика: науковий журнал. – Вип. 7. – К.: НТУ, 2010. – С. 304–308.
5. Мороз М.М. Удосконалення транспортної системи пасажирських перевезень м. Кременчук // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво).– Вип. 2 (41). – Полтава: ПолтНТУ, 2014. – С. 156–164.
6. UITP (International Association of Public Transport). Integrating urban and regional transport. Brussels, 2020.
7. Мороз М.М. Шляхи вдосконалення пасажирських перевезень транспортом загального користування // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. – 2015. – Вип. 28. – С. 57-63.
8. Левковець П.Р., Мороз М.М., Кобилецький Р.В. Удосконалення логістичного управління перевезень пасажирів / Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського [Електронний ресурс].– Випуск 6/2007 (47). – Частина 1. – С. 113-115.
9. Дмитрієв М.М., Мороз М.М. Основні напрями вдосконалення міських пасажирських перевезень м. Кременчук / Управління проектами, системний аналіз і логістика, Вип. 10, с. 58-62, 2012.
10. Мороз М.М., Чапенко О.С. Визначення структури рухомого складу для пасажирських перевезень м. Кременчука / Вісник КДПУ.– Кременчук. – 2009.–Вип. 5. – С. 58-60.
11. Moroz M., Korol S., Plichko A. Improvement of urban transport system / Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2016. – Випуск 6 (1). – С. 71-75.
12. Cervero R. The Transit Metropolis: A Global Inquiry. Washington: Island Press, 1998.
13. Лаврик В.В., Кузев І.О., Мороз М.М. Підвищення ефективності міського транспорту загального користування за рахунок створення об'єднаних підприємств / Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. – С. 34-36.
14. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В. Якість та контроль транспортного процесу (вантажні та пасажирські автомобільні перевезення): навч. посібник. Кременчук: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2023. 138 с.
15. Moroz M.M., Khorolskyi V.L., Moroz O.V., Herasymchuk V.V., Vasytkovska K.V. Organization and provision of buses operation on the route taking into account the expenditures of participants of the transportation process / (2018) International Journal of Engineering and Technology (UAE). – 7 (4.3). – pp. 206-210.
16. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки», Вип. № 9 (40). – С. 197-204. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).1.197-204](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).1.197-204)
17. Шведчикова І., Солошич І., Мороз М. Аналіз інноваційних фізичних методів неруйнівної діагностики для забезпечення екологічної безпеки на міському електротранспорті / (2024) Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 1/2024 (144). – С. 117-123. DOI <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2024.1.15>
18. Zahorianskyi V., Moroz M., Kovtsur K. Ergonomic and logistic ensuring the requirements for the comfort during the organization of passenger transportation in a small-capacity bus / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 60–64. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2024/311997>
19. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Bad Hessa на основі моделі PTV VISSIM. Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталий розвиток транспортних систем: наука і практика: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф., 25–26 листоп. 2024 р. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.– Харків, 2024.– С. 296–299.

ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ІНКОТЕРМС ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

Є. Ківа, студент;

Д. Молоштан, к.т.н., доцент

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

«Інкотермс» (International Commercial Terms) – це міжнародно визнані правила, які регулюють розподіл ризиків, витрат та обов'язків між продавцем і покупцем у процесі перевезення товарів. Сучасна редакція – «Інкотермс 2020» – активно застосовується у більш ніж 140 країнах світу.

Практичний досвід компаній:

1. Maersk (Данія) – застосовує CIF для поставок у Азію та Африку.
2. ArcelorMittal (Люксембург/Україна) – використовує FOB для експорту сталі.
3. Нібулон (Україна) – експортує зерно за умовами CFR.
4. Amazon (США) – застосовує DAP для B2B-поставок у ЄС.
5. Укрзалізниця / Grain Alliance – використовують FCA у мультимодальних

перевезеннях.

Приклади застосування термінів Інкотермс різними компаніями із зазначенням сфер їх діяльності та особливостей застосування представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Застосування термінів Інкотермс

Компанія	Країна	Сфера діяльності	Інкотермс	Особливості застосування
Maersk	Данія	Морські перевезення	CIF	Продавець покриває доставку та страхування до порту призначення
ArcelorMittal	Люксембург/ Україна	Металургія	FOB	Відповідальність переходить у порту відвантаження
Нібулон	Україна	Аграрний сектор	CFR	Продавець сплачує фрахт, страхування за покупцем
Amazon	США	Електронна комерція	DAP	Доставка прямо до складу покупця
Укрзалізниця / Grain Alliance	Україна	Залізничні перевезення	FCA	Передача товару перевізнику у визначеному місці

До переваг використання «Інкотермс» слід віднести:

1. Зменшення кількості торгових спорів.
2. Прозорість у визначенні відповідальності сторін.
3. Оптимізація логістичних витрат.
4. Можливість адаптації під різні види транспорту.

Проте використання має ряд проблем та викликів таких як відмінності у трактуванні деяких термінів між країнами, недостатня підготовка українських малих підприємств, обмежене застосування цифрових сервісів (електронних коносаментів, блокчейн-рішень).

Висновки. Система «Інкотермс» є фундаментом сучасної міжнародної торгівлі. Провідні компанії світу (Maersk, Amazon, ArcelorMittal) адаптують різні терміни до своєї

логістики. В Україні «Інкотермс» активно застосовується аграрними і металургійними компаніями, але потребує ширшого використання у сфері малого бізнесу. Подальший розвиток системи можливий завдяки цифровізації та гармонізації законодавства.

Список використаних джерел

1. International Chamber of Commerce. Incoterms® 2020. Paris, 2019.
2. Левковець П.Р., Мороз М.М., Кобилицький Р.В. Удосконалення логістичного управління перевезень пасажирів / Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського.– Випуск 6/2007 (47). – Частина 1. – С. 113-115.
3. Moroz, M., Korol, S., Yelistratov, V., Moroz, O., Korol, K., Zahorianskyi, V. (2020) Device for Stabilizing the Electrical Power of a Diesel Generator in Transport / Proceedings of the 25th IEEE International Conference on Problems of Automated Electric Drive. Theory and Practice, PAEP 2020, DOI: 10.1109/PAEP49887.2020.9240910.
4. Левковець П.Р., Мороз М.М., Бубела А.В., Лабута А.В. Системні аспекти вдосконалення логістичного сервісу. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2014. – №5. – С. 108–111.
5. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свиного комплексу / Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of machine and equipment reliability, 2020. – p. 241-242.
6. Нібулон. Офіційний сайт компанії. – <https://www.nibulon.com>
7. Moroz M., Korol S., Plichko A. Improvement of urban transport system / Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2016. – Випуск 6 (1). – С. 71-75.
8. Балкунов М.В., Мороз М.М. Створення нормативно-правових основ експедиторської діяльності / Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 17 – 19 листопада 2022 р. "Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту". – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 68 – 73.
9. Zahorianskyi V., Zahorianska O., Moroz M. and Moroz O. Development of a Model for Minimizing the Energy Costs of the Transport and Technological Complex, 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022, pp. 1-5.
10. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В., Цимбал О. В. Удосконалення методики проектування контейнерного терміналу / Вісник машинобудування та транспорту ISSN 2415-3486. - №2(18), 2023. – С. 56-62. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-18-2-56-62>.
11. ArcelorMittal. Annual Report 2023. – <https://corporate.arcelormittal.com>
12. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань / Вісник машинобудування та транспорту ISSN 2415-3486. - №2(18), 2023. – С. 17-22. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-17-1-17-22>.
13. Moroz O., Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Vasylykova K. Digital Marketing Communications Transformation in Wartime / 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). – pp. 1-6. DOI: 10.1109/MEES61502.2023.10402369
14. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки», Вип. № 9 (40). – С. 197-204. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).1.197-204](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).1.197-204)
15. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Король С.О. Оптимізація вантажних робіт і розміщення тарно-штучних вантажів в транспортних засобах і складах із застосуванням методів ергономіки і теорії систем / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 28–33. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2024/311996>
16. Maersk Line. Trade & Transport Reports. – <https://www.maersk.com>
17. Zahorianskyi V., Moroz M., Kovtsur K. Ergonomic and logistic ensuring the requirements for the comfort during the organization of passenger transportation in a small-capacity bus / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 60–64. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2024/311997>
18. Огар О. М., Мороз М. М., Кондратьєв І. В. Забезпечення безпеки сортувального процесу шляхом обґрунтування його ефективних параметрів. Інтелектуальні транспортні технології : тези доповідей 5-ої Міжнародної науково-технічної конференції, 25-27 листопада 2024 р. – Харків: УкрДУЗТ, 2024. – С. 273–274.
19. Огар О. М., Мороз М. М., Круглова Н. С., Чорний О. С. Перспективи застосування елементів штучного інтелекту в системах автоматизованого проектування залізничних станцій та вузлів. Інтелектуальні транспортні технології : тези доповідей 3-ї міжнар. наук.-техн. конф. (22-23 листопада 2022 р.). – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – С. 169–170.
20. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Vad Hessfeld на основі моделі PTV VISSIM. Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталый розвиток транспортних систем: наука і практика: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф., 25–26 листоп. 2024 р. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.– Харків, 2024.– С. 296–299.
21. OECD/ITF. Global Trade and Transport Connectivity. Paris, 2022.

РОЗВИТОК І ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ «ІНКОТЕРМС»

*В. Поліщук, студент;
М. Мороз, д.т.н., професор*

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Міжнародна торгівля неможлива без уніфікованих правил, які визначають права й обов'язки сторін. Саме такою системою є «Інкотермс» – набір правил, розроблений Міжнародною торговою палатою (ІСС) для гармонізації торговельних практик і зменшення непорозумінь. Перший збір правил з'явився у 1936 році, й відтоді вони переглядалися кожні 10–15 років з урахуванням розвитку світової економіки, транспорту та права.

Історія розвитку «Інкотермс»

- 1936 рік – перше видання, 6 термінів;
- 1953–1990-ті роки – поступове розширення до 13 термінів, відображення розвитку морських та авіаційних перевезень;
- 2000–2010 рр. – спрощення системи, запровадження груп термінів за способом доставки;
- 2020 рік – остання редакція (11 термінів), адаптована до мультимодальних перевезень, електронних документів та цифрової торгівлі.

Терміни «Інкотермс» регулюють розподіл обов'язків між продавцем і покупцем, розподіл витрат на перевезення, страхування, митне оформлення та перехід ризиків під час транспортування. Формально модель розподілу обов'язків можна подати як функцію:

$$C_T = C_S + C_B, \quad (1)$$

де C_T – загальні витрати транспортування, C_S, C_B – витрати продавця та покупця.

У транспортно-експедиторській діяльності «Інкотермс» дозволяє чітко розмежувати обов'язки перевізника, експедитора, страховика та сторін контракту.

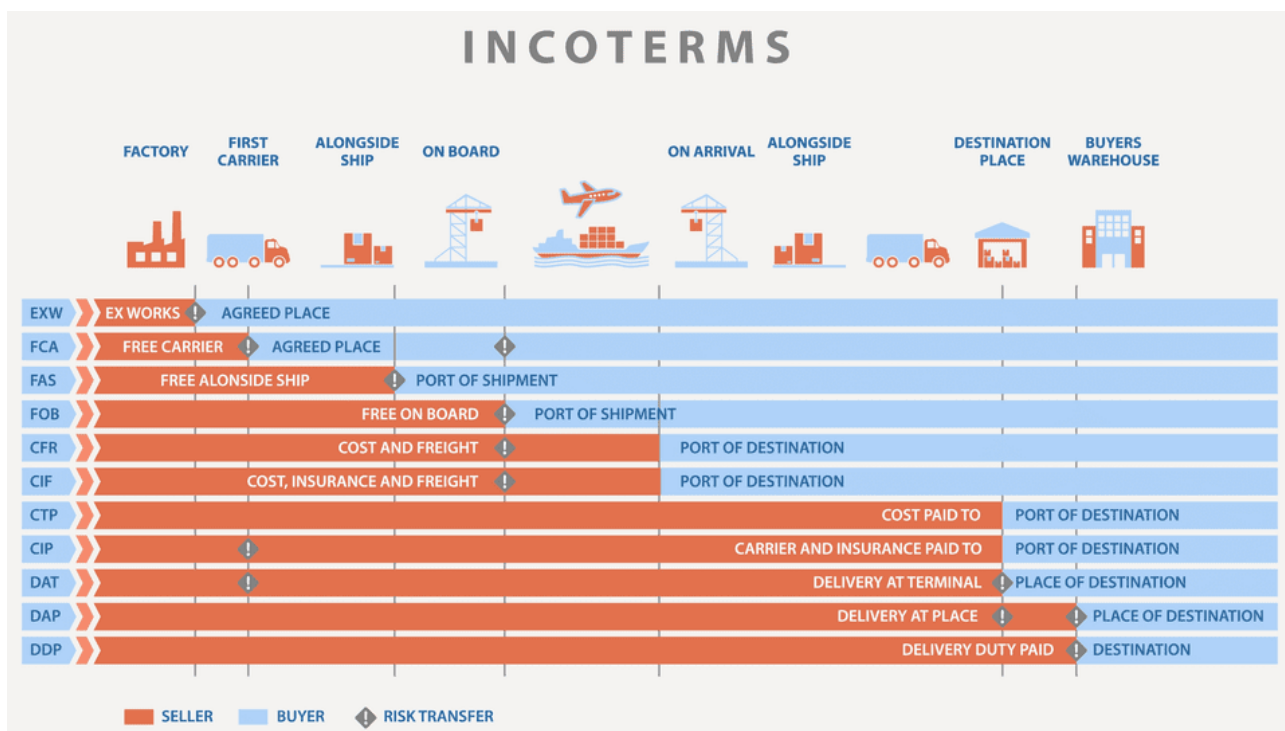


Рис. 1. Розподіл обов'язків продавця і покупця за термінами Інкотермс

Основні проблеми впровадження полягають у недостатній обізнаності малого та середнього бізнесу, розбіжності у тлумаченні термінів у різних країнах, відсутності локальних адаптацій у законодавстві України, недостатній цифровізації документів.

Перспективи розвитку:

- Інтеграція «Інкотермс» у системи електронної комерції.
- Використання блокчейн-технологій для митних і транспортних документів.
- Розширення правил для умов воєнного стану та надзвичайних ситуацій.
- Запровадження навчальних програм для бізнесу та логістів.

Висновки. «Інкотермс» є базовим інструментом міжнародної торгівлі, що регулює транспортно-логістичні відносини. Еволюція системи відображає глобальні зміни у торгівлі та логістиці. Цифровізація та інтеграція з електронними платформами – ключ до подальшого розвитку.

Список використаних джерел

1. International Chamber of Commerce. Incoterms® 2020: ICC Rules for the Use of Domestic and International Trade Terms. Paris, 2019.
2. Левковець П.Р., Мороз М.М., Кобилецький Р.В. Удосконалення логістичного управління перевезень пасажирів / Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського.– Випуск 6/2007 (47). – Частина 1. – С. 113-115.
3. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свинокомплексу / Increase of machine and equipment reliability, 2020. – р. 241-242.
4. Левковець П.Р., Мороз М.М., Бубела А.В., Лабута А.В. Системні аспекти вдосконалення логістичного сервісу. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2014. – №5. – С. 108–111.
5. Крючков С. Міжнародні перевезення і логістика. Київ: КНЕУ, 2021.
6. Moroz M., Korol S., Plichko A. Improvement of urban transport system / Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2016. – Випуск 6 (1). – С. 71-75.
7. Балкунов М.В., Мороз М.М. Створення нормативно-правових основ експедиторської діяльності / Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. "Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту". – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 68 – 73.
8. Zahorianskyi V., Zahorianska O., Moroz M. and Moroz O. Development of a Model for Minimizing the Energy Costs of the Transport and Technological Complex, 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022, pp. 1-5.
9. Rodrigue J.-P. The Geography of Transport Systems. Routledge, 2020.
10. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В., Цимбал О. В. Удосконалення методики проектування контейнерного терміналу / Вісник машинобудування та транспорту. №2(18), 2023. – С. 56-62.
11. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань / Вісник машинобудування та транспорту. №2(18), 2023. – С. 17-22.
12. Moroz O., Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Vasylykivska K. Digital Marketing Communications Transformation in Wartime / 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). – pp. 1-6. DOI: 10.1109/MEES61502.2023.10402369
13. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки», Вип. № 9 (40). – С. 197-204.
14. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Король С.О. Оптимізація вантажних робіт і розміщення тарно-штучних вантажів в транспортних засобах і складах із застосуванням методів ергономіки і теорії систем / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 28–33.
15. UNCTAD. Review of Maritime Transport 2022. Geneva: United Nations, 2022.
16. Zahorianskyi V., Moroz M., Kovtsur K. Ergonomic and logistic ensuring the requirements for the comfort during the organization of passenger transportation in a small-capacity bus / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 60–64. DOI: <https://doi.org/10.15802/tsst2024/311997>
17. Огар О. М., Мороз М. М., Кондратьєв І. В. Забезпечення безпеки сортувального процесу шляхом обґрунтування його ефективних параметрів. Інтелектуальні транспортні технології : тези доповідей 5-ої Міжнародної науково-технічної конференції, 25-27 листопада 2024 р. – Харків: УкрДУЗТ, 2024. – С. 273–274.
18. Огар О. М., Мороз М. М., Круглова Н. С., Чорний О. С. Перспективи застосування елементів штучного інтелекту в системах автоматизованого проектування залізничних станцій та вузлів. Інтелектуальні транспортні технології : тези доповідей 3-ї міжнар. наук.-техн. конф. (22-23 листопада 2022 р.). – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – С. 169–170.
19. OECD/ITF. Transport and Trade Connectivity. Paris: OECD Publishing, 2021.

ІННОВАЦІЙНА СКЛАДОВА В ГАЛУЗІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

**В. Стручков, студент;
Т. Гайкова, к.т.н. доцент**

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Сучасний автомобільний транспорт переживає період глибокої та безпрецедентної трансформації, спричиненої стрімким розвитком технологій та глобальними викликами. Ця інноваційна складова є не просто модернізацією, а фундаментальною зміною парадигми, що охоплює всі аспекти галузі: від джерел енергії та конструкції транспортних засобів до логістики, управління рухом та взаємодії з міським середовищем. Актуальність дослідження цієї теми визначається її безпосереднім впливом на економіку, екологію та соціальну сферу.

Одним із ключових драйверів інновацій є глобальна необхідність зменшення викидів парникових газів та залежності від викопного палива. Перехід до електротранспорту (EV), розвиток водневих паливних елементів та впровадження альтернативних біопалив є критично важливими напрямками, які вимагають постійних наукових досліджень та технологічних проривів. Актуальність полягає у пошуку ефективних, економічно вигідних та масштабованих рішень для декарбонізації транспортного сектору, що безпосередньо впливає на виконання міжнародних екологічних зобов'язань та якість повітря у містах.

Іншою високоактуальною сферою є інтеграція цифрових технологій та розробка автономних транспортних засобів. Впровадження систем штучного інтелекту, машинного навчання, 5G-зв'язку та високоточних сенсорів дозволяє створювати інтелектуальні транспортні системи (ITS), які суттєво підвищують безпеку, оптимізують трафік і зменшують затори.

Останні роки характеризуються вибуховим зростанням наукових публікацій та патентів, присвячених електротранспорту, автономному водінню та інтелектуальним транспортним системам. Дослідження світових аналітичних центрів (наприклад, McKinsey, BloombergNEF) [1] та технічних журналів (наприклад, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems) підтверджують, що фокус змістився від простого впровадження технологій до їх системної інтеграції та вирішення проблеми масштабування. Значна частина робіт присвячена оптимізації хімічного складу батарей для підвищення їхньої щільності та безпеки, а також розробці безпечних алгоритмів прийняття рішень для повністю автономних (Level 4 і 5) транспортних засобів. Також актуальними є дослідження впливу нових мобільних сервісів (MaaS) на зміни у структурі пасажиропотоків та міському плануванні.

Метою дослідження є комплексний аналіз інноваційної складової в галузі автомобільного транспорту, її ключових технологічних напрямків та економіко-соціальних наслідків для формування науково-обґрунтованих рекомендацій щодо ефективного впровадження інновацій для екологічності та безпеки транспортної системи.

Перехід на електротягу є найбільш зрілою (Technology readiness level, TRL 8-9) та ефективною інновацією для декарбонізації автомобільного транспорту. Самі електромобілі (EV) на базі літій-іонних батарей уже є серійною, комерційно успішною продукцією [2-3]. Однак, їхній кінцевий внесок у зменшення викидів вуглекислого газу не є абсолютним і повністю залежить від трьох взаємопов'язаних систем: джерела електроенергії (чи є вона «зеленою»), інфраструктури зарядки та управління життєвим циклом батареї. Без вирішення цих питань, EV просто перекладає проблему викидів від вихлопної труби на електростанцію та сміттєзвалище.

Технологічна зрілість інфраструктури для зарядки є лише трохи нижчою, ніж зрілість самих EV (TRL 8-9), але вона має вирішальне значення для масового прийняття. Швидкісні зарядні станції (DC Fast Chargers) потужністю від 150 кВт і вище є необхідними для забезпечення зручності подорожей на далекій відстані, дозволяючи поповнювати заряд за час каво-паузи. Також ключовою інновацією є технологія Vehicle-to-Grid (V2G), яка дозволяє

двосторонній обмін енергією між автомобілем та мережею. Це перетворює батареї EV на мобільні накопичувачі енергії, що можуть стабілізувати енергомережу під час пікових навантажень або віддавати енергію, накопичену з відновлюваних джерел, підвищуючи загальну ефективність системи.

Батареї є «Ахіллесовою п'ятою» електрифікації. Технології виробництва батарей досягли високого TRL, але технології переробки (recycling) та повторного використання мають нижчий, але швидко зростаючий рівень зрілості (TRL 5-8). Коли батарея втрачає достатню ємність для ефективного використання в автомобілі (зазвичай після падіння до 70-80% від початкової), вона може отримати «друге життя», слугуючи стаціонарним накопичувачем енергії для домівок або сонячних електростанцій. Це відтермінує необхідність переробки. Фінальний етап – переробка, метою якої є безпечно та економічно вигідне вилучення критично важливих матеріалів (літію, кобальту, нікелю) для створення замкнутого циклу виробництва, що є життєво необхідним для стійкості галузі.

Інновації у сфері автономності (безпілотні транспортні засоби) стосуються здатності автомобіля рухатися без втручання людини, використовуючи сенсори, штучний інтелект та високоточні карти. На сьогодні високу зрілість (TRL 9) мають лише системи Level 2 (наприклад, адаптивний круїз-контроль та утримання у смузі), які вимагають постійного контролю водія [4-5]. Повністю автономні системи Level 4 та 5 (здатність рухатися самостійно без водія у певних або всіх умовах) перебувають на середній стадії зрілості (TRL 5-7). Вони проходять польові випробування в обмежених географічних зонах. Їхня ефективність і безпека залежать від вирішення складних алгоритмічних та етичних питань.

Цифровізація і впровадження та інтелектуальні транспортні системи (ITS) мають високу технологічну зрілість (TRL 7-9) і охоплюють технології зв'язку між автомобілями та інфраструктурою (V2X), а також розумне управління трафіком [6-7]. Ці системи використовують великі дані (Big data) та мережі 5G для оптимізації транспортних потоків, зменшення заторів і підвищення безпеки. Хоча ці технології не декарбонізують транспорт безпосередньо, вони підвищують ефективність як електромобілів, так і звичайних авто, мінімізуючи час простою та зайве споживання палива/енергії.

Отже, електрифікація, автономність та цифровізація розвиваються нерівномірно. Хоча електротранспорт досяг найбільшої комерційної зрілості, його подальший вплив на декарбонізацію залежить від інтеграції та підвищення зрілості суміжних технологій: V2G та переробки батарей.

Список використаних джерел

1. Mekala Krishnan, Tiago Devesa, Chris Bradley, Humayun Tai, Sven Smit, and Carlo Tanghetti. The energy transition is proceeding, but unevenly. Easier challenges are being solved, but harder ones are stalling. McKinsey Global Institute. URL: <https://surl.li/ggsthd>
2. Гайкова Т. В., Мурашко О. А. Сприяння впровадженню електромобілів як науково-технічна інновація в галузі автомобільного транспорту. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Випуск № 7 (38), ч. II. С. 130–138. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).2.130-138](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).2.130-138)
3. Гайкова Т. В., Загорянський В. Г., Солошич І. О. Інноваційні складові транспортних процесів вантажних перевезень у галузі автомобільного транспорту. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Випуск № 8 (39), ч. II. С. 223–231. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8\(39\).2.223-231](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8(39).2.223-231)
4. Гайкова Т. В., Мороз О. В., Олексієнко С. Р. Аналіз перспектив розвитку проекту каршерінгу. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Випуск № 7 (38), ч. I. С. 229–235. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).1.229-235](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).1.229-235)
5. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Збірник наукових праць «Цentrальноукраїнський науковий вісник. Технічні науки», Вип. № 9 (40). С. 197-204. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).1.197-204](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).1.197-204)
6. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань. Вісник машинобудування та транспорту. Вінниця: ВНТУ, 2023. Випуск № 1 (17). С. 17-22. DOI <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-17-1-17-22>
7. Гайкова Т. В., Загорянський В. Г., Леонтович А. О. Впровадження цифрових технологій в управлінні ланцюгами постачань. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Випуск № 7 (38), ч. I. С. 222–228. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).1.222-228](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).1.222-228)

ОПТИМІЗАЦІЯ ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА ПОСТАЧАНЬ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ

Д. Гончар, студент;

Т. Гайкова, к.т.н. доцент

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Актуальність детального дослідження автомобільних перевезень зернових культур для України є надзвичайно високою і стратегічною, оскільки агропродукція залишається ключовим експортним сектором, що формує значну частину валютних надходжень та забезпечує продовольчу безпеку світу. Війна спричинила блокування традиційних морських шляхів та створила дефіцит потужностей, змушуючи країну переорієнтуватися на менш ефективні та дорогі автомобільні та залізничні маршрути через західні кордони. У цих умовах, оптимізація саме автомобільної ланки ланцюга постачань стає критичною, оскільки вона є першою та найбільш гнучкою ланкою, що з'єднує елеватори з альтернативними транспортними хабами.

Головна проблема, яку має вирішити дослідження, полягає у гострій недостатності мультимодальності та надмірній залежності від прикордонної інфраструктури. Зерно часто транспортується автомобілями до залізничних терміналів або безпосередньо до прикордонних переходів, де виникають величезні черги та простоя через необхідність перевантаження (перевалювання) на європейську колію або на європейські вантажівки. Ці затримки не лише суттєво підвищують логістичні витрати і, відповідно, кінцеву ціну українського зерна, але й створюють ризики псування вантажу та обмежують пропускну здатність усього експортного потоку. Таким чином, розробка ефективних логістичних моделей та інтеграція української автомобільної ланки з європейськими мультимодальними хабами є питанням економічного виживання та стабільності агросектору [1-3].

Метою дослідження є комплексний аналіз ефективності логістичного ланцюга автомобільних перевезень зернових культур в умовах обмеженої пропускну здатності та безпекових ризиків. Обґрунтування стратегічних рішень оптимізації мультимодального транспортування, проведення аналізу ефективності функціонування зернових коридорів щодо підвищення конкурентоспроможності українського агросектору.

Головною проблемою, що критично впливає на швидкість експорту, є технологічна та інфраструктурна недосконалість мультимодальної інтеграції автомобільних, залізничних та портових ланок ланцюга постачань. Сучасна система експорту демонструє низьку ефективність через виникнення критичних «вузьких місць», особливо на західних прикордонних переходах з країнами ЄС. Ці вузькі місця спричинені різницею в ширині залізничної колії, необхідністю багаторазового перевантаження зерна та недостатньою потужністю фітосанітарного та ветеринарного контролю, що створює багатоденні черги та простоя вантажного автотранспорту. Наслідком цього є не лише значне підвищення логістичних витрат і кінцевої ціни українського зерна, але й прямі ризики псування вантажу через порушення умов зберігання в очікуванні, що знижує оборотність рухомого складу [4-6].

Для підвищення стійкості експорту необхідно розробити альтернативні логістичні маршрути, які б мінімізували залежність від найбільш вразливих ділянок інфраструктури, зокрема портів у зоні бойових дій та перевантажених західних переходів. Сьогодні обґрунтовується створення нових сухих портів та регіональних транспортно-логістичних хабів поблизу кордонів. Ці хаби мають бути спроектовані для швидкої консолідації та уніфікації вантажу, забезпечуючи його ефективну перевалку на залізничний або внутрішній водний транспорт ЄС за єдиним стандартом. Ключовим елементом є застосування економічного моделювання для об'єктивного порівняння сукупної вартості транспортування традиційних та нових маршрутів, враховуючи монетизовану вартість простою автотранспорту, що дозволить

обрати найбільш економічно виправданий сценарій [7-9].

Ефективність автомобільних перевезень зерна безпосередньо залежить від впровадження цифрових технологій для забезпечення наскрізної прозорості та усунення корупційних ризиків. Необхідно проаналізувати застосування інтелектуальних Транспортних систем для динамічної маршрутизації, яка враховує актуальне завантаження прикордонних пунктів та оперативні обмеження. Впровадження системи «електронних черг» для вантажівок, використання IoT-сенсорів для моніторингу місцезнаходження та стану вантажу у реальному часі, а також електронний документообіг є критичним для скорочення нераціональних витрат часу та підвищення рівня довіри між усіма учасниками логістичного ланцюга [10-12].

Таким чином, для досягнення поставленої мети щодо підвищення ефективності експорту зернових – критичним є перехід від реактивного управління до стратегічного інфраструктурного та цифрового планування. Дослідження доводить необхідність пріоритетного інвестування в мультимодальні логістичні хаби та ІТС, що дозволяють мінімізувати простой автотранспорту на прикордонних «вузьких місцях» та забезпечують технологічну інтеграцію з ЄС. Розробка та економічне обґрунтування нових, стійких та диверсифікованих маршрутів експорту є життєво необхідним рішенням, яке не лише вирішує поточну кризу, але й закладає основу для довгострокової стійкості та підвищення ефективності українського агропромислового комплексу в умовах міжнародної конкуренції та постійних безпекових загроз.

Список використаних джерел

1. Гайкова Т. В., Загорянський В. Г., Леонтович А. О. Впровадження цифрових технологій в управління ланцюгами постачань. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Випуск № 7 (38), ч. I. С. 222–228. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).1.222-228](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).1.222-228).
2. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань. Вісник машинобудування та транспорту. Вінниця: ВНТУ, 2023. Випуск № 1 (17). С. 17-22. DOI <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-17-1-17-22>
3. Гайкова Т. В., Мороз О. В., Олексієнко С. Р. Аналіз перспектив розвитку проекту каршерінгу. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Випуск № 7 (38), ч. I. С. 229–235. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).1.229-235](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).1.229-235)
4. Мороз М., Загорянський В., Гайкова Т., Кузев І. Використання методів дослідження операцій для оптимізації автомобільних перевезень масових вантажів в агропромисловому комплексі. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. Харків: НТУ, 2022. Випуск № 1(11). С. 44–50. DOI: <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2022.01.07>
5. Гайкова Т. В., Мурашко О. А. Сприяння впровадженню електромобілів як науково-технічна інновація в галузі автомобільного транспорту. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Випуск № 7 (38), ч. II. С. 130–138. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).2.130-138](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).2.130-138)
6. Гайкова Т. В., Загорянський В. Г., Солошич І. О. Інноваційні складові транспортних процесів вантажних перевезень у галузі автомобільного транспорту. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Випуск № 8 (39), ч. II. С. 223–231. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8\(39\).2.223-231](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8(39).2.223-231)
7. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки», Вип. № 9 (40). С. 197-204. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).1.197-204](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).1.197-204).
8. Гайкова Т. В., Ковальчук Д. М., Гайков Р. М. Аналіз науково-технічних інновацій в галузі машинобудування з виявленням закономірності впливу технологічних параметрів. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Випуск № 7 (38), ч. II. С. 19–27. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).2.19-27](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).2.19-27)
9. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В., Цимбал О. В. Удосконалення методики проектування контейнерного терміналу. Вісник машинобудування та транспорту Вінницького політехнічного інституту. Вінниця: ВНТУ, 2023. Випуск № 2 (18). С. 56-62. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-18-2-56-62>
10. Мороз, М. М., Загорянський, В. Г., Гайкова, Т. В., Солошич, І. О., Загорянський, О. В. (2024). Удосконалення взаємодії видів вантажного транспорту на кременчуцькому терміналі «Нібулон» при перевальці зернових вантажів. Транспортні системи та технології перевезень, № 27, С. 4–10. <https://doi.org/10.15802/tstt2024/307333>
11. Гайкова Т. В., Волочай А. І. Транспортно-логістичний менеджмент. Студентський науковий журнал UNIVERSUM № 6 (ISSN 2786-863X), березень 2024 р., С. 48-56. URL: <https://archive.liga.science/index.php/universum/article/view/821>
12. Гайкова Т. В., Шраменко В. І. Прогрес науково-технічних інновацій у галузі машинобудування. Студентський науковий журнал UNIVERSUM № 6 (ISSN 2786-863X), березень 2024 р., С. 42-47. URL: <https://archive.liga.science/index.php/universum/article/view/820>

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ПРОЄКТНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

Д. Довгаль, студент;

Т. Гайкова, к.т.н. доцент

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Сучасні транспортні системи є однією з найбільш капіталомістких та соціально значущих сфер, що постійно перебуває під тиском глобальних викликів, таких як зростання урбанізації, швидкий розвиток інноваційних технологій (електротранспорт, автономне водіння). У цьому контексті, традиційні підходи до планування та інвестування вже не забезпечують необхідної ефективності, оскільки вони часто не враховують повний комплекс економічних, соціальних та екологічних наслідків. Актуальність застосування методів проєктного аналізу (таких як аналіз витрат-вигод – cost-benefit analysis) зростає, оскільки вони дозволяють здійснювати комплексну, багатофакторну оцінку проєктів. Це забезпечує перехід від інтуїтивного ухвалення рішень до науково обґрунтованого вибору найбільш оптимальних інвестиційних сценаріїв, що є критичним для забезпечення стійкого розвитку та підвищення конкурентоспроможності національної транспортної інфраструктури.

Застосування методів проєктного аналізу є особливо важливим через обмеженість фінансових ресурсів і необхідність їхнього максимально ефективного розподілу. Транспортні проєкти, як правило, є довгостроковими, вимагають значних початкових інвестицій та мають високий рівень ризику. Відтак, завдання полягає не лише у виборі технічно можливого проєкту, а у визначенні того, який проєкт забезпечить найбільшу суспільну та економічну вигоду на одиницю вкладених коштів. Дослідження актуальне для вдосконалення методологічного інструментарію оцінки транспортних проєктів, зокрема, для коректного врахування нефінансових вигод: зменшення заторів, підвищення безпеки, покращення екології та їхньої монетизації. Це дозволяє державним органам та приватним інвесторам приймати прозорі та ефективні рішення, спрямовані на оптимізацію транспортних потоків та підвищення якості життя населення.

Метою дослідження є вдосконалення методологічного інструментарію проєктного аналізу, включаючи аналіз витрат-вигод та аналіз економічної ефективності, для комплексної та багатофакторної оцінки інвестиційних проєктів у сфері транспортних систем.

Останні наукові публікації та звіти міжнародних фінансових інституцій, таких як Світовий банк, ЄБРР та аналітичні компанії, як McKinsey, підтверджують зростаючий фокус на вдосконаленні методологій проєктного аналізу в транспортній галузі, особливо у світлі кліматичних змін та інновацій. Ключовий тренд полягає у переході від суто фінансового аналізу до комплексного соціально-економічного підходу, який обов'язково враховує зовнішні ефекти, включаючи монетизацію вигод від зменшення викидів CO₂, зниження рівня шуму та підвищення безпеки дорожнього руху. Значна частина досліджень присвячена розробці більш точних моделей прогнозування попиту та оцінки ризиків для інноваційних проєктів, наприклад, public-private partnerships у сфері інтелектуальних транспортних систем, що свідчить про високу наукову актуальність теми та наявність необхідної теоретичної бази для її подальшого практичного розвитку.

Перший напрямок зосереджується на систематизації теоретичних засад проєктного аналізу. Критично важливо чітко класифікувати та розмежувати сучасні методи оцінки інвестиційних проєктів у транспорті. Це включає детальний аналіз різниці між фінансовим аналізом, який оцінює прибуток для інвестора чи підприємства, економічним аналізом, який оцінює чисту вигоду для економіки країни та соціальним аналізом, який враховує розподіл вигод між різними соціальними групами. Таке розмежування є основою для коректного вибору

інструментарію, оскільки більшість транспортних проєктів, фінансованих державою, вимагають саме соціально-економічної оцінки, а не лише фінансової окупності.

Ключовим теоретичним завданням є вдосконалення методики аналізу витрат-вигод, що є базовим стандартом для оцінки великих інфраструктурних проєктів у транспорті. Це вдосконалення має бути спрямоване на підвищення точності та повноти оцінки. Необхідно детально розглянути та обґрунтувати підходи до розрахунку дисконтованого грошового потоку та визначення соціальної ставки дисконтування, яка є критичною для коректної оцінки довгострокових проєктів. Основна увага приділяється викликам, пов'язаним із застосуванням витрат-вигод до інноваційних проєктів, для яких відсутні дані для прогнозування вигод.

Найважливішим елементом вдосконалення методики є деталізація підходів до коректної монетизації зовнішніх ефектів. Ці ефекти, які не відображаються у прямих фінансових доходах проєкту, але становлять лівову частку суспільної вигоди. Дослідження повинно включати розробку або адаптацію методик для кількісної оцінки та переведення в грошовий еквівалент таких параметрів: вартість заощадженого часу пасажирів і вантажоперевізників з урахуванням еластичності попиту; вартість щодо запобігання дорожньо-транспортним пригодам; фінансова оцінка зменшення викидів забруднюючих речовин. Без такої повної монетизації реальна цінність транспортного проєкту, спрямованого на екологічну та соціальну ефективність, наприклад, проєкти з розвитку електротранспорту, буде суттєво недооцінена, що може призвести до відхилення суспільно вигідних ініціатив.

Вдосконалені методики аналізу витрат-вигод дозволять державним органам та місцевому самоврядуванню перейти до прозорого, науково обґрунтованого та багатофакторного процесу ухвалення рішень щодо інвестицій у транспортну інфраструктуру. Це забезпечить ефективне використання бюджетних коштів та пріоритетне фінансування тих проєктів, які не лише технічно можливі, але й забезпечують максимальну суспільну вигоду, враховуючи монетизовані зовнішні ефекти, такі як зменшення заторів, підвищення безпеки та значне покращення екологічної ситуації через стимулювання, наприклад, електротранспорту. Дослідження надає інструментарій для формування стійких та конкурентоспроможних національних транспортних програм.

Таким чином, моделі оцінки, що включають точнішу монетизацію непрямих вигод та аналіз життєвого циклу проєкту, дозволять інвесторам більш точно оцінювати довгострокову економічну стійкість та привабливість інноваційних транспортних проєктів, зокрема в рамках державно-приватного партнерства. Це сприятиме залученню приватного капіталу в модернізацію галузі та стимулюванню впровадження високотехнологічних рішень, таких як інтелектуальні транспортні системи, що в кінцевому підсумку підвищить загальну ефективність логістичних процесів, мінімізуючи операційні витрати бізнесу.

Список використаних джерел

1. Матриця McKinsey/GE: визначаємо, куди спрямувати інвестиції всередині компанії. URL: <https://surl.lu/nmpps>
2. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проєктний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань. Вісник машинобудування та транспорту. Вінниця: ВНТУ, 2023. Випуск № 1 (17). С. 17-22. DOI <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-17-1-17-22>
3. Гайкова Т. В., Мороз О. В., Олексієнко С. Р. Аналіз перспектив розвитку проєкту каршерінгу. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Випуск № 7 (38), ч. I. С. 229–235.
4. Гайкова Т. В., Загорянський В. Г., Леонтович А. О. Впровадження цифрових технологій в управління ланцюгами постачань. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Випуск № 7 (38), ч. I. С. 222–228. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).1.222-228](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).1.222-228).
5. Гайкова Т. В., Загорянський В. Г., Солошич І. О. Інноваційні складові транспортних процесів вантажних перевезень у галузі автомобільного транспорту. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Випуск № 8 (39), ч. II. С. 223–231. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8\(39\).2.223-231](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8(39).2.223-231)
6. Гайкова Т. В., Мурашко О. А. Сприяння впровадженню електромобілів як науково-технічна інновація в галузі автомобільного транспорту. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Випуск № 7 (38), ч. II. С. 130–138. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).2.130-138](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).2.130-138)
7. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки», Вип. № 9 (40). С. 197-204. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).1.197-204](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).1.197-204).

УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАЧАНЬ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ

*І. Кузнецов, студент;
Т. Гайкова, к.т.н. доцент*

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Актуальність управління ризиками та забезпечення стійкості ланцюгів постачань для України у період сьогодення є надзвичайно високою та критичною, оскільки країна перебуває в умовах повномасштабної військової агресії та супутньої глобальної геополітичної та економічної нестабільності. Воєнні дії спричинили фізичне руйнування ключової інфраструктури (складів, логістичних хабів, транспортних шляхів), призвели до блокування морських портів та міграції робочої сили, що різко підвищило ризики перебоїв у постачанні життєво необхідних товарів, сировини та військової продукції. В таких умовах, завдання полягає не лише у відновленні, а й у проактивному проєктуванні стійких ланцюгів постачань (забезпечення Dual Sourcing, регіоналізація, створення стратегічних запасів), які можуть швидко адаптуватися до непередбачуваних загроз, що є необхідною умовою для забезпечення національної безпеки, економічного виживання та ефективного функціонування критичної інфраструктури держави.

Метою дослідження є розробка методичних рекомендацій для проактивного управління ризиками та підвищення стійкості ланцюгів постачань в умовах глобальної нестабільності та військової агресії. Це досягається через обґрунтування переходу до «гнучкої» моделі УЛП, визначення оптимального рівня «надмірності» та розробку критеріїв вибору альтернативних постачальників, що враховують геополітичну стабільність, для гарантування безперервності критичних постачань.

Глобальна нестабільність викрила фундаментальну вразливість традиційних «ощадливих» ланцюгів постачань, які були оптимізовані виключно для мінімізації витрат і працювали з мінімальними запасами (Just-in-Time). Сучасні виклики вимагають свідомого переходу до концепції «гнучкого» ланцюга постачань, що передбачає збалансований компроміс між ефективністю та стійкістю. Ключовим завданням є розробка методик для визначення оптимального рівня надмірності redundancy, включаючи стратегічні буферні запаси та надлишкові виробничі потужності, щоб швидко відновлювати роботу після непередбачуваних збоїв.

Будь-який значний збій в умовах сьогодення – миттєво призводить до ефекту доміно, зупиняючи виробництво через відсутність навіть найменших, але критично важливих компонентів.

Водночас, ключову роль у досягненні необхідного рівня стійкості відіграє цифрова трансформація ланцюга постачань. Для успішного проактивного управління ризиками необхідно забезпечити повну наскрізну видимість, використовуючи такі технології, як Інтернет речей, для моніторингу активів та блокчейн для забезпечення прозорості транзакцій. Це дозволяє перейти від реакції на вже існуючий збій до його прогнозування та швидкого попередження. Впровадження систем штучного інтелекту та аналізу даних є критично важливим для моделювання кризових сценаріїв і розробки автоматизованих планів швидкого реагування, що мінімізує ефект «доміно» від збоїв [1-2].

Глобальна нестабільність, яка стала новою нормою, вимагає свідомого переходу до концепції «гнучкого» ланцюга постачань. Гнучкість – це здатність системи поглинати шоки, швидко відновлюватися та адаптуватися до нових умов, зберігаючи при цьому основні функції. Цей підхід визнає, що абсолютна мінімізація витрат більше не є пріоритетом номер один.. Натомість, фокус зміщується на досягнення збалансованого

компромісу між економічною ефективністю (низькими витратами) та стійкістю (здатності до відновлення). Такий збалансований підхід вимагає стратегічних інвестицій у надлишкові потужності та ресурси [3-5].

Ключовим завданням для менеджерів є розробка методик для визначення оптимального рівня «надмірності». Надмірність означає свідоме створення дублюючих, але не повністю завантажених елементів, які можуть бути активовані під час кризи [6-7]. Це включає: стратегічні буферні запаси критичних сировинних матеріалів, надлишкові виробничі потужності (можливість швидко перенести виробництво на інший завод) та дублюючі логістичні маршрути (Multi-sourcing і Dual-sourcing). Мета полягає не в тому, щоб мати надмірність всюди, а в тому, щоб ідентифікувати та інвестувати в надмірність лише в найбільш вразливих і критичних точках ланцюга постачань, забезпечуючи тим самим швидке відновлення роботи після будь-яких непередбачуваних збоїв.

Ключовою стратегією мінімізації залежності від одного вразливого регіону чи постачальника є диверсифікація (multi-sourcing) та регіоналізація (nearshoring/reshoring) ланцюгів постачань. Необхідно розробити критерії вибору альтернативних постачальників, що ґрунтуються не лише на ціні, а й на індексі геополітичної стабільності та логістичній доступності регіону. Для України це особливо актуально у контексті перебудови логістичних маршрутів після блокування морських шляхів, що вимагає розробки нових транспортних коридорів та створення регіональних виробничих кластерів [8-9].

Це стратегічне рішення вимагає відмови від традиційного фокусу виключно на ціні за одиницю товару. Натомість, необхідно розраховувати сукупну вартість, яка включає потенційні витрати на страхування ризиків, додаткову логістику та ймовірні втрати від простою. Найважливішим нововведенням у критеріях вибору альтернативних постачальників є перенесення фокусу на індекс геополітичної стабільності регіону та надійність його транспортної інфраструктури. Такий підхід дозволяє ідентифікувати та уникнути «підводних каменів» дешевих, але політично нестабільних джерел, забезпечуючи, що альтернативні маршрути та постачальники справді підвищують, а не знижують, загальну стійкість ланцюга.

Вибір альтернативного постачальника завжди починається з оцінки економічної доцільності та якості, але цей процес має виходити за межі простої ціни за одиницю. Необхідно розраховувати сукупну вартість володіння, яка включає не лише ціну закупівлі, а й вартість контролю якості, страхування ризиків та витрати на транспорт. Критично важливим є оцінка фінансової стійкості потенційного партнера, оскільки банкрутство альтернативного постачальника може створити новий, неочікуваний збій. Додатково оцінюється гнучкість постачальника щодо швидкої зміни обсягів замовлення, що є життєво необхідним в умовах коливання попиту під час нестабільності [10-13].

Основним нововведенням є перенесення фокуса на критерії стабільності та ризику, які є вирішальними в умовах глобальної нестабільності. Найважливішим показником є індекс геополітичної стабільності регіону виробництва. Цей критерій має оцінювати ймовірність військових конфліктів, введення торговельних санкцій, митних обмежень або несподіваного державного втручання, що може призвести до повного припинення постачання. Також обов'язковою є оцінка стійкості до кліматичних ризиків та рівня кібербезпеки постачальника, оскільки природні катаклізми та хакерські атаки є основними джерелами непередбачуваних збоїв у сучасному ланцюгу постачань.

Ефективність альтернативного постачальника залежить від його логістичної доступності та адаптивності. Оцінка має включати не лише прямі витрати на доставку та час транспортування, але й надійність та якість транспортної інфраструктури у регіоні постачальника (порти, залізниці, дороги). Вирішальне значення має можливість мультимодальних перевезень, тобто наявність альтернативних шляхів доставки. Цей критерій дозволяє швидко перемикатися між маршрутами у випадку блокування

основного, наприклад, перехід із морського на залізничний транспорт, що значно підвищує загальну гнучкість ланцюга постачань під час криз.

Таким чином, у контексті глобальної нестабільності та військових викликів в Україні, критично необхідним є стратегічний перехід від традиційної «ощадливої» моделі управління ланцюгами постачань до «гнучкої». Цей перехід передбачає свідому інвестицію в «надмірність», таку як стратегічні буферні запаси та надлишкові потужності, що забезпечує здатність системи швидко поглинати шоки та відновлювати безперервність процесів після збоїв. Ключовою умовою досягнення цієї гнучкості є розробка комплексних критеріїв вибору альтернативних постачальників, які, окрім ціни та якості, обов'язково враховують індекс геополітичної стабільності та логістичну доступність регіону, що є життєво необхідним для забезпечення економічної безпеки держави.

Список використаних джерел

1. Bowersox D., Closs D. *Logistical Management: The Integrated Supply Chain Process*. New Delhi: McGraw Hill Education, 2017. 752 p
2. Гайкова Т. В., Загорянський В. Г., Леонтович А. О. Впровадження цифрових технологій в управління ланцюгами постачань. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2023. Випуск № 7 (38), ч. I. С. 222–228. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).1.222-228](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).1.222-228).
3. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань. *Вісник машинобудування та транспорту*. Вінниця: ВНТУ, 2023. Випуск № 1 (17). С. 17-22. DOI <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-17-1-17-22>
4. Гайкова Т. В., Мороз О. В., Олексієнко С. Р. Аналіз перспектив розвитку проекту каршерінгу. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2023. Випуск № 7 (38), ч. I. С. 229–235. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).1.229-235](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).1.229-235)
5. Мороз М., Загорянський В., Гайкова Т., Кузев І. Використання методів дослідження операцій для оптимізації автомобільних перевезень масових вантажів в агропромисловому комплексі. *Вісник Національного технічного університету «ХПИ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях*. Харків: НТУ, 2022. Випуск № 1(11). С. 44–50. DOI: <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2022.01.07>
6. Гайкова Т. В., Мурашко О. А. Сприяння впровадженню електромобілів як науково-технічна інновація в галузі автомобільного транспорту. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2023. Випуск № 7 (38), ч. II. С. 130–138. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).2.130-138](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).2.130-138)
7. Гайкова Т. В., Загорянський В. Г., Солошич І. О. Інноваційні складові транспортних процесів вантажних перевезень у галузі автомобільного транспорту. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2023. Випуск № 8 (39), ч. II. С. 223–231. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8\(39\).2.223-231](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8(39).2.223-231)
8. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки», Вип. № 9 (40). С. 197-204. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).1.197-204](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).1.197-204).
9. Гайкова Т. В., Ковальчук Д. М., Гайков Р. М. Аналіз науково-технічних інновацій в галузі машинобудування з виявленням закономірності впливу технологічних параметрів. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2023. Випуск № 7 (38), ч. II. С. 19–27. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).2.19-27](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).2.19-27)
10. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В., Цимбал О. В. Удосконалення методики проектування контейнерного терміналу. *Вісник машинобудування та транспорту Вінницького політехнічного інституту*. Вінниця: ВНТУ, 2023. Випуск № 2 (18). С. 56-62. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-18-2-56-62>
11. Мороз, М. М., Загорянський, В. Г., Гайкова, Т. В., Солошич, І. О., Загорянський, О. В. (2024). Удосконалення взаємодії видів вантажного транспорту на кременчуцькому терміналі «Нібулон» при перевальці зернових вантажів. *Транспортні системи та технології перевезень*, № 27, С. 4–10. <https://doi.org/10.15802/tstt2024/307333>
12. Гайкова Т. В., Волочай А. І. Транспортно-логістичний менеджмент. *Студентський науковий журнал UNIVERSUM* № 6 (ISSN 2786-863X), березень 2024 р., С. 48-56. URL: <https://archive.liga.science/index.php/universum/article/view/821>
13. Гайкова Т. В., Шраменко В. І. Прогрес науково-технічних інновацій у галузі машинобудування. *Студентський науковий журнал UNIVERSUM* № 6 (ISSN 2786-863X), березень 2024 р., С. 42-47. URL: <https://archive.liga.science/index.php/universum/article/view/820>

**ПРОЄКТНИЙ АНАЛІЗ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИТРАТ НА ПАЛИВО
В АВТОМОБІЛЬНИХ ВАНТАЖОПЕРЕВЕЗЕННЯХ**

Є. Ярміш, студент;

Т. Гайкова, к.т.н. доцент

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Актуальність проєктного аналізу оптимізації витрат на паливо в автомобільних вантажоперевезеннях є надзвичайно високою в умовах постійного зростання цін на енергоносії, що робить паливо однією з найбільших статей операційних витрат для будь-якого перевізника, сягаючи часто до 40% від загальних експлуатаційних витрат. Впровадження інноваційних рішень, таких як системи контролю витрат пального: GPS-трекінг, датчики рівня та навчання «економічному водінню», має потенціал не лише для прямої економії палива до 10-15 %, але й для зниження зносу шин і агрегатів та зменшення шкідливих викидів. Тому, проєктний аналіз (СВА) цих ініціатив є критично необхідним для наукового обґрунтування інвестицій, порівняння очікуваної чистої поточної вартості (NPV) та терміну окупності проєктів, забезпечуючи тим самим підвищення конкурентоспроможності транспортних підприємств на ринку [1-4].

Метою дослідження є розробка та обґрунтування методики проєктного аналізу для оцінки економічної ефективності та терміну окупності інвестиційних проєктів, спрямованих на оптимізацію витрат на паливо в автомобільних вантажоперевезеннях. Це передбачає кількісну оцінку вигод від впровадження систем контролю витрат пального та навчання «економічному водінню», а також розробку рекомендацій для транспортних підприємств щодо пріоритетності впровадження цих заходів для зниження операційних витрат і підвищення конкурентоспроможності.

Витрати на паливо є критичним місцем для будь-якої автотранспортної компанії, оскільки вони з'їдають найбільшу частину прибутку. Тому рішення про купівлю дорогих систем контролю або про інвестиції в навчання персоналу не може бути прийняте інтуїтивно. Проєктний аналіз потрібен для того, щоб об'єктивно підтвердити, чи дійсно очікувана економія палива перекриє початкові витрати на встановлення обладнання та організацію тренінгів. Теза обґрунтовує, що без чіткого розрахунку чистої поточної вартості та терміну окупності, інвестиції можуть виявитися неефективними, лише додаючи нові постійні витрати на обслуговування систем [5-7].

Впровадження систем контролю витрат пального, наприклад, інтеграція GPS та датчиків рівня палива – це не просто захист від крадіжок. Це потужний інструмент для точного обліку та виявлення прихованих перевитрат. Потрібно кількісно оцінити економічний ефект від зменшення нецільового використання палива (зливи, відхилення від маршруту) та підвищення точності планування заправок. Таке моделювання дозволить компанії точно знати, скільки гривень вона заощадить щомісяця завдяки дисципліні водіїв і точності даних, що є прямим фінансовим результатом проєкту.

Вигода (V_t) у цьому проєкті походить переважно від економії палива ($S_{\text{пал}}$) та економії на обслуговуванні ($S_{\text{обсл}}$).

$$V_t = S_{\text{пал},t} + S_{\text{обсл},t} \quad (1)$$

Економія від скорочення нецільового використання палива ($S_{\text{пал},t}$):

$$S_{\text{пал},t} = V_{\text{скор}} \cdot P \cdot D_t \quad (2)$$

де: $V_{\text{скор}}$ – прогнозований обсяг скорочення нецільового використання палива у відсотках (наприклад, 8-15%);

P – середня ринкова ціна палива за літр;

D_t – загальний обсяг споживання палива автопарком у періоді t (за базовим сценарієм).

Економія на обслуговуванні ($S_{\text{обсл},t}$). Ця економія досягається завдяки ефекту eco-driving (зменшення зносу шин, гальм, агрегатів).

$$S_{\text{обсл},t} = E_{\text{еко}} \cdot R_{\text{обсл},t} \quad (3)$$

де: $E_{\text{еко}}$ – коефіцієнт ефективності eco-driving (зниження зносу, наприклад, 5-10%);

$R_{\text{обсл},t}$ – базові витрати на ремонт та обслуговування автопарку в періоді t .

Загальні витрати C_t проекту у періоді t включають експлуатаційні витрати на нову систему:

$$C_t = M_{\text{обсл},t} + A_{\text{амор},t} + Z_{\text{перс},t} \quad (4)$$

де: $M_{\text{обсл},t}$ – щомісячна або річна плата за моніторинг та обслуговування системи (наприклад, GPRS-трафік, ліцензії);

$A_{\text{амор},t}$ – амортизаційні відрахування на обладнання (датчики, трекери);

$Z_{\text{перс},t}$ – зарплата персоналу, задіяного у моніторингу та аналізі даних нової системи.

Для оцінки проекту NPV використовуємо вираз 5:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+\gamma)^t} - IC \quad (5)$$

де: NPV – чиста поточна вартість проекту. Якщо $NPV > 0$, проект є економічно вигідним; t – період часу (роки, місяці); n – загальний термін реалізації проекту (зазвичай 3-5 років); B_t – загальні вигоди у періоді t ; C_t – загальні витрати у періоді t ; γ – ставка дисконтування (вартість капіталу або норма прибутковості); IC – початкові інвестиційні витрати (на купівлю та встановлення системи).

Навчання «економічному водінню» є однією з найдоступніших інвестицій з високою віддачею, оскільки воно стосується людського фактора, який найбільше впливає на витрати палива. Дослідження обґрунтовує необхідність проектної оцінки цієї соціальної інвестиції. Ефект від eco-driving (плавне прискорення, правильний вибір передачі, уникнення різких гальмувань) повинен бути монетизований не лише як пряма економія палива до 15%, але і як зменшення витрат на технічне обслуговування (менший знос гальмівних колодок, шин) та зниження аварійності. Ці непрямі вигоди, включені у СВА, роблять проект з навчання персоналу набагато привабливішим [8-11].

Кінцевий результат дослідження – це не просто звіт, а конкретні рекомендації для керівництва відповідного транспортного підприємства. Ця теза передбачає розробку критеріїв пріоритетності впровадження заходів оптимізації. Наприклад, для компанії зі старим автопарком і високою плинністю кадрів найбільший ефект може дати навчання eco-driving, а для компанії з новим парком – інтеграція складних систем телематики. Завдяки розробленій методиці, керівництво зможе чітко бачити, який із проектів (контроль палива чи навчання) має швидший термін окупності та вищий показник внутрішньої норми дохідності, дозволяючи розумно розподілити обмежені фінансові ресурси [12-14].

Проектний аналіз інвестицій в оптимізацію витрат на паливо є критично важливим елементом для забезпечення економічної стійкості транспортних компаній, оскільки паливо становить найбільшу частку їхніх операційних витрат. Дослідження підтверджує, що для наукового обґрунтування цих інвестицій необхідне застосування Аналізу витрат-

вигід, де вигоди від впровадження систем контролю палива та навчання «економічному водінню» (eco-driving) повинні бути кількісно монетизовані та оцінені за показниками NPV та IRR.

Розробка такої моделі дозволяє керівництву об'єктивно порівнювати ці два основні джерела економії, пріоритизувати інвестиційні проєкти за критерієм найшвидшої окупності та знижувати операційні витрати, що безпосередньо підвищує загальну конкурентоспроможність підприємства на ринку.

Список використаних джерел

1. Гайкова Т. В., Мурашко О. А. Сприяння впровадженню електромобілів як науково-технічна інновація в галузі автомобільного транспорту. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2023. Випуск № 7 (38), ч. II. С. 130–138. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).2.130-138](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).2.130-138)
2. Гайкова Т. В., Загорянський В. Г., Солошич І. О. Інноваційні складові транспортних процесів вантажних перевезень у галузі автомобільного транспорту. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2023. Випуск № 8 (39), ч. II. С. 223–231. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8\(39\).2.223-231](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8(39).2.223-231)
3. Гайкова Т. В., Мороз О. В., Олексієнко С. Р. Аналіз перспектив розвитку проєкту каршерінгу. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2023. Випуск № 7 (38), ч. I. С. 229–235. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).1.229-235](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).1.229-235)
4. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки», Вип. № 9 (40). С. 197-204. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).1.197-204](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).1.197-204).
5. Гайкова Т. В., Мороз О. В., Олексієнко С. Р. Аналіз перспектив розвитку проєкту каршерінгу. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2023. Випуск № 7 (38), ч. I. С. 229–235. [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).1.229-235](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).1.229-235)
6. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проєктний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань. *Вісник машинобудування та транспорту*. Вінниця: ВНТУ, 2023. Випуск № 1 (17). С. 17-22. DOI <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-17-1-17-22>
7. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В., Кузев І. О. Використання методів дослідження операцій для оптимізації автомобільних перевезень масових вантажів в агропромисловому комплексі. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях: зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». Харків: НТУ «ХПІ», 2022. № 1 (11). С. 44–50.
8. Гайкова Т. В., Загорянський В. Г., Леонтович А. О. Впровадження цифрових технологій в управління ланцюгами постачань. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2023. Випуск № 7 (38), ч. I. С. 222–228. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).1.222-228](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).1.222-228).
9. Мороз М., Загорянський В., Гайкова Т., Кузев І. Використання методів дослідження операцій для оптимізації автомобільних перевезень масових вантажів в агропромисловому комплексі. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. Харків: НТУ, 2022. Випуск № 1(11). С 44–50. DOI: <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2022.01.07>
10. Гайкова Т. В., Ковальчук Д. М., Гайков Р. М. Аналіз науково-технічних інновацій в галузі машинобудування з виявленням закономірності впливу технологічних параметрів. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2023. Випуск № 7 (38), ч. II. С. 19–27. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).2.19-27](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).2.19-27)
11. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В., Цимбал О. В. Удосконалення методики проєктування контейнерного терміналу. *Вісник машинобудування та транспорту Вінницького політехнічного інституту*. Вінниця: ВНТУ, 2023. Випуск № 2 (18). С. 56-62. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-18-2-56-62>
12. Мороз, М. М., Загорянський, В. Г., Гайкова, Т. В., Солошич, І. О., Загорянський, О. В. (2024). Удосконалення взаємодії видів вантажного транспорту на кременчуцькому терміналі «Нібулон» при перевальці зернових вантажів. *Транспортні системи та технології перевезень*, № 27, С. 4–10. <https://doi.org/10.15802/tstt2024/307333>
13. Гайкова Т. В., Волочай А. І. Транспортно-логістичний менеджмент. *Студентський науковий журнал UNIVERSUM* № 6 (ISSN 2786-863X), березень 2024 р., С. 48-56. URL: <https://archive.liga.science/index.php/universum/article/view/821>
14. Гайкова Т. В., Шраменко В. І. Прогрес науково-технічних інновацій у галузі машинобудування. *Студентський науковий журнал UNIVERSUM* № 6 (ISSN 2786-863X), березень 2024 р., С. 42-47. URL: <https://archive.liga.science/index.php/universum/article/view/820>

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ СИПУЧИХ ВАНТАЖІВ В КОНТЕЙНЕРНІЙ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНІЙ СИСТЕМІ

В. Загорянський, д.т.н., доцент;

І. Кузнецов, студент

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

З усього обсягу автомобільних перевезень значну частину становлять перевезення сипучих вантажів [1]. Це, в першу чергу, мінеральна сировина, будівельні матеріали і продукція сільського господарства, які допускають перевезення їх у кузовах вантажних автомобілів без тари, і вивантаження скиданням.

Існуюча технологія переробки сипучих вантажів передбачає широке використання спеціальних ємностей – на стаціонарних і мобільних [2].

Стаціонарні ємності, як правило, знаходяться у постачальників та одержувачів вантажів, на їх прирейкових складах і виконують роль відпускних та приймальних бункерів [3]. До мобільних ємностей для сипучих вантажів належать контейнери, кузови автомобільного та залізничного рухомого складу, трюми суден. Чим вища реалізація функціональних можливостей цих ємностей, тим ефективніший перевізний процес.

Використання поставок сипучих вантажів у спеціальних піддонах забезпечує істотне зниження витрат на навантажувально-розвантажувальні та транспортно-складські (НРТС) роботи (операції) [4]. До ємностей такого типу можна віднести ящикові та бункерні піддони. Використовуючи їх для перевезення сипучих вантажів, застосовують мішкоподібні вкладиші, що дозволяє швидко та ефективно спорожнити піддон, не витрачаючи при цьому час на зачистку від залишків вантажу. У цьому випадку досягається також вищий коефіцієнт заповнення складів та кузовів транспортних засобів.

Метою роботи є аналіз найбільш розповсюджених засобів для перевезення сипучих вантажів автомобільним транспортом в контейнерній транспортно-технологічній системі.

Можливості перевізного процесу значно розширюють постачання зазначених вантажів у контейнерах [5]. При цьому можуть бути використані універсальні, спеціальні, м'які разові та оборотні контейнери. Вони забезпечують тимчасове зберігання вантажу всією трасою від постачальника до споживача, включаючи тимчасові паузи при стиковках різних видів транспорту та перевалок. Застосування м'яких разових контейнерів дозволяє виключити їх повернення, а в оборотних – суттєво знизити масу та обсяг їхньої тари.

Контейнерно-транспортні системи загалом багаторазово підвищують рівень механізації НРТС-операцій та дозволяють вирішити комплекс взаємопов'язаних суспільних проблем [4].

Поряд із спеціальними піддонами та контейнерами для сипучих вантажів використовуються кузови транспортних засобів і, зокрема, вагонів-хоперів [6]. Аналіз їх експлуатації показав, що існуючі конструкції таких вагонів не задовольняють вимогам споживачів і потребують значного доопрацювання кузовів [5]. Відомо, що через недосконалість способів транспортування втрати добрив, цементу тощо досягають 15%.

При проектуванні кузовів транспортних засобів слід віддавати перевагу їх поєднанню з приймальними бункерами. Нерідко вагон, що задовольняє транспортними характеристиками, конструктивно не підходить для вивантажувальних фронтів споживача. У зв'язку з викладеним необхідно значно розширити номенклатуру різновидів мобільних ємностей, запропоновану споживачеві задоволення його запитів.

За місткістю м'які контейнери в залежності від корисного об'єму поділяються на три групи; від 0,14 до 0,6 м³, від 0,61 до 2,0 м³ і понад 2,0 м³ [6].

Відповідно до обсягу встановлюються оптимальні габаритні розміри, сфера застосування та тип транспортних засобів для перевезення контейнерів.

Розподіл контейнерів за групами місткості за версією Американської Асоціації виробників м'яких контейнерів наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Групи м'яких контейнерів за місткістю

Застосування	Місткість, м ³	Оптимальні розміри, мм (ширина×довжина×висота)	Діаметр у заповненому стані, мм
Для вантажів з великою об'ємною вагою або у разі малих обсягів перевезення	0,14...0,6	740...790×740×790× відповідна висота	965
Найбільш застосовні розміри для більшості вантажів. Перевозяться автотранспортом або в універсальних контейнерах стандарту ISO	0,61...2	890...940×890...940× відповідна висота	1170
Для вантажів з малою об'ємною вагою або коли обмежена висота контейнера. Використовуються на залізничному транспорті	більше 2	1040...1090×1040...1090×відпо відна висота	1345

Розглянуті різні види піддонів і контейнерів для перевезення автомобільним транспортом сипучих вантажів, виділені їх переваги і недоліки, особлива увага приділена застосуванню м'яких контейнерів.

Список використаних джерел

1. Вантажознавство: підручник / Т. Ю. Габрієлова, Н. Т. Гринів, Є. П. Литвиненко, С. Л. Медведєв. Київ: Кондор, 2023. 180 с.
2. Сумець О. М., Бабанєко Т. Ю. Логістичні системи і ланцюги поставок. Навчальний посібник. Київ: «Хай-Тек Прес», 2012. 2020 с.
3. Кириллова О.В. Порівняльний аналіз історичних аспектів розвитку теорії та практики транспортно-технологічних та логістичних систем. *Сучасні напрямки теоретичних та прикладних досліджень-2010*: зб. наук. тр. по матер. між. науково-практ. конф. Одеса: Чорномор'я, 2010. Т. 1. С. 50–56.
4. Корнійко Я. Р. Особливості організації транспортно-технологічних схем в ланцюгах постачання за участю логістичних операторів. *Управління розвитком економічного середовища в умовах глобальних трансформацій*: кол. мон. за заг. ред. Прохорової В. В. Харків: Видавництво Іванченка І. С., 2023. 419 с. С. 273–291.
5. Організація та управління роботою суден в контейнерній транспортно-технологічній системі: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / Кириллов Юрій Іванович; Одес. нац. мор. ун-т. Одеса, 2013. 24 с.
6. Огороков А. М. Аналіз перспектив розвитку ринку контейнерних перевезень в Україні. *Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна*. Дніпропетровськ, 2015. № 10. С. 98–104.

МОДЕЛЮВАННЯ МАТЕРІАЛЬНОГО ПОТОКУ В ПАКЕТНІЙ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНІЙ СИСТЕМІ

В. Загорянський, д.т.н., доцент;

Т. Єрастова, студентка

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

На складах підприємств оптової торгівлі матеріальні потоки розраховують, як правило, для окремих ділянок або за окремими операціями (наприклад, внутрішньоскладське переміщення вантажів, ручне перебирання вантажу на ділянках приймання та комплектації тощо) [1]. При цьому підсумовують обсяги робіт з усіх операцій на даній ділянці або в рамках цієї операції. Сумарний внутрішній матеріальний потік (вантажний потік) складу визначається додаванням матеріальних потоків, що проходять через його окремі ділянки та між ділянками.

Більшість тарно-штучних вантажів доцільно перевозити пакетами [2]. Пакетна транспортно-технологічна система (ТТС) – ТТС доставки вантажів укрупненими місцями – пакетами, тобто вантажними одиницями, сформованими із поштучних вантажів у тарі чи без неї із застосуванням різних засобів пакетування, які зберігають форму і забезпечують можливість комплексної механізації навантажувально-розвантажувальних і складських операцій [3].

Метою роботи є розробка моделі оптимізації матеріальних потоків у логістичній системі на основі поопераційного обліку логістичних витрат.

Обсяг робіт з окремої операції, розрахований за певний проміжок часу (місяць, квартал, рік), є матеріальним потоком за відповідною операцією.

Розмір сумарного матеріального потоку складі (Р) визначається складанням величин матеріальних потоків, згрупованих за ознакою виконуваної логістичної операції.

Внутрішньоскладське переміщення вантажів (у нашому випадку – механізоване, в пакетах на піддонах) здійснюється з ділянки на ділянку, а сумарний матеріальний потік за цією групою ($P_{п.в}$) дорівнює сумі вихідних вантажних потоків: T (з ділянки розвантаження) + $T \cdot A_1/100$ (з приймальної експедиції) + $T \cdot A_2/100$ (з ділянки приймання) + T (з зони зберігання) + $T \cdot A_3/100$ (з ділянки комплектування) + $T \cdot A_4/100$ (з відправної експедиції) = $P_{п.в}$. Тут T – вантажообіг складу, т/рік; у дужках позначені відповідні ділянки складу; A_1, A_2, A_3, A_4 – відповідно частка товарів, що постачаються на склад у неробочий час і проходять через приймальну експедицію, що проходять через ділянку приймання складу, що підлягають комплектуванню на складі, що потрапляють на ділянку навантаження з експедиції.

Операції розвантаження та навантаження на цих ділянках можуть виконуватися вручну або із застосуванням машин та механізмів. Ручне розвантаження необхідно, якщо товар у транспортному засобі прибув від постачальника, не будучи покладеним на піддони.

Вантажопотік при ручному розвантаженні вантажу, т/рік:

$$P_{р.р} = \frac{T \cdot A_5}{100}, \quad (1)$$

де A_5 – частка доставлених на склад товарів, що не підлягають механізованому вивантаженню, вимагають ручного вивантаження з укладанням на піддони.

Вантажопотік при механізованому розвантаженні вантажу, т/рік:

$$P_{м.р} = T \cdot \left(1 - \frac{A_5}{100}\right) \quad (2)$$

Вантажопотік при ручному навантаженні вантажу, т/рік:

$$P_{р.н} = \frac{T \cdot A_6}{100}, \quad (3)$$

де A_6 – частка товарів, що завантажуються у транспортний засіб при відпустці зі складу вручну (через непристосованість транспортного засобу покупця до механізованого завантаження).

Вантажопотік при механізованому навантаженні вантажу, т/рік:

$$P_{м.н} = T \cdot \left(1 - \frac{A_6}{100}\right) \quad (4)$$

Група матеріальних потоків – вантажі, що розглядаються в процесі ручного перебирання під час приймання товарів, т/рік:

$$P_{н.р} = \frac{T \cdot A_2}{100} \quad (5)$$

Група матеріальних потоків – вантажі, що розглядаються в процесі ручного перебирання при комплектації замовлень покупців, т/рік:

$$P_{к.м} = \frac{T \cdot A_3}{100} \quad (6)$$

Група матеріальних потоків – вантажі, які у процесі виконання операцій на експедиціям. Якщо вантаж прибув у неробочий час (наприклад, у неділю), то він розвантажується в експедиційне приміщення і лише найближчого робочого дня подається на ділянку приймання або в зону зберігання. Отже, у приймальній експедиції з'являється нова операція, яка збільшує сукупний матеріальний потік на величину, т/рік:

$$P_{н.е} = \frac{T \cdot A_1}{100} \quad (7)$$

Якщо на підприємстві оптової торгівлі є відправна експедиція, то в ній з'являється нова операція, яка збільшує сукупний матеріальний потік на величину, т/рік:

$$P_{в.е} = \frac{T \cdot A_4}{100} \quad (8)$$

Разом операції в експедиціях збільшують сукупний матеріальний потік на, т/рік:

$$P_{ек} = P_{н.е} + P_{в.е} = \frac{T \cdot (A_1 + A_4)}{100} \quad (9)$$

Повернення до місць зберігання здійснюється за необхідності забрати частину стелажу пакета, що зберігається в комірці. Решту пакета при цьому повертають в комірку.

Внаслідок всіх операцій у зоні зберігання виникає група матеріальних потоків, величина якої дорівнює, т/рік:

$$P_{збер} = \frac{T \cdot A_7}{100}, \quad (10)$$

де A_7 – кратність обробки товарів на ділянці зберігання (рази).

Запропонована модель відкриває можливості оптимального застосування логістичного підходу до управління матеріальними потоками на складі підприємства оптової торгівлі.

Список використаних джерел

1. Кігель В. Р. Оптимізація логістичних рішень: Навчальний посібник. Київ: Університет економіки та права "КРОК", 2007. 136 с.
2. Організація і технологія вантажно-розвантажувальних робіт: електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / В. П. Кужель, А. А. Кашканов, В. А. Кашканов, О. П. Антонюк. Вінниця: ВНТУ, 2022. 152 с.
3. Мороз М. М., Загорянський В. Г. Проектування транспортно-технологічних систем вантажних перевезень: навчальний посібник. Кременчук: КрНУ, 2021. 205 с. URL: http://document.kdu.edu.ua/info_zab/275_907.pdf (дата звернення: 02.12.2025).

МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕВАЛКИ ЗЕРНА З АВТОМОБІЛЬНОГО НА ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ

В. Загорянський, д.т.н., доцент;

О. Загорянська, к.е.н, доцент;

Д. Молоштан, к.т.н., доцент

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

У процесі доставки зерна залізничним чи автомобільним транспортом кожна тонна вантажу перевантажується кілька разів, що значно збільшує обсяг перевантажувальних робіт та зумовлює їх складність та трудомісткість [1]. Лінійний елеватор відносять до типу перевалочних [2]. Він служить для перевалки зерна з автомобільного на залізничний транспорт. Також лінійний елеватор призначений для накопичення партії вантажу для подальшого перевезення на вузлові елеватори.

Лінійні елеватори у своїй роботі взаємодіють із двома імовірнісними вантажопотоками (прибуття та відправлення) [3].

В результаті накладання один на одного цих випадкових вантажопотоків запас зерна в зерноскладі коливається теж випадковим чином.

При проектуванні лінійних елеваторів запаси зберігання та ємність силосів, тонн, визначають на основі середнього терміну зберігання зерна [4]:

$$E_{ел} = Q_{доб} \cdot [t]_{збер}, \quad (1)$$

де $Q_{доб}$ – розрахунковий добовий вантажопотік, т; $[t]_{збер}$ – середній термін зберігання зерна, діб.

Проте це метод не точний, оскільки складно визначити необхідний термін умовах ринку. Крім того, існуючі методики розрахунку запасу зберігання зерна та ємності силосу не враховують випадкові коливання розмірів добових вантажопотоків прибуття та відправлення зерна з елеватора, які можуть змінюватися щодня. У зв'язку з цим метод розрахунку дає неточний результат визначення загальної ємності елеватора, від якої залежить управління складськими запасами. Усе це впливає транспортно-логістичну систему перевезення зерна.

Метою роботи є розробка моделі визначення запасу зберігання зерна на лінійному елеваторі і відповідної загальної ємності силосів за будь-яких випадкових закономірностях прибуття і відправлення вантажу.

Знаючи закономірність випадкових коливань вантажопотоків, можна, використовуючи методику О. Б. Маликова визначення місткості складу контейнерів і тарно-пакувальних вантажів, визначити величину запасів, яку повинна розраховуватися загальна ємність силосів Е.

Сутність методики полягає в тому, що розрахункова величина запасів зерна, тонн, визначається як k-а випадкова подія, що є деяким поєднанням випадкових величин добового прибуття $Q^{приб}$ і відправлення $Q^{відп}$.

Величина запасу при k-му поєднанні величин вантажопотоків прибуття і відправлення зерна:

$$E = I_0 + Q_i^{приб} - Q_j^{відп}, \quad (4)$$

де I_0 – початковий і страховий запас зерна.

Страховий запас зерна в елеваторі, тонн, визначається як різниця максимального відправлення зерна за добу та мінімального прибуття:

$$I_0 = \max \{ Q_i^{відп} \} - \min \{ Q_j^{приб} \} \quad (5)$$

Як вихідні дані для вирішення завдання визначення запасів зерна та ємності елеватора задаються ймовірнісні розподіли:

Прибуття зерна за добу, тонн:

$$Q_i^{nриб} = \begin{pmatrix} Q_1^{nриб} & Q_2^{nриб} & \dots & Q_n^{nриб} \\ P(Q_1^{nриб}) & P(Q_2^{nриб}) & \dots & P(Q_n^{nриб}) \end{pmatrix} \quad (6)$$

Відправлення зерна за добу, тонн:

$$Q_i^{сидн} = \begin{pmatrix} Q_1^{сидн} & Q_2^{сидн} & \dots & Q_m^{сидн} \\ P(Q_1^{сидн}) & P(Q_2^{сидн}) & \dots & P(Q_m^{сидн}) \end{pmatrix} \quad (7)$$

де $Q_n^{nриб}$ – випадкові значення добового вантажопотоку прибуття зерна, тонн; $P(Q_n^{nриб})$ – відповідні ймовірності появи цих випадкових величин добового вантажопотоку прибуття зерна; $Q_m^{сидн}$ – випадкові значення добового вантажопотоку відправлення зерна з елеватора, тонн; $P(Q_m^{сидн})$ – відповідні ймовірності появи цих випадкових величин відправлення зерна; n і m – число інтервалів відповідно добового прибуття і відправлення зерна.

Число інтервалів n і m зазвичай приймаються в межах 5...12, за умови, що сума ймовірностей кожного виду вантажопотоку повинна дорівнювати 1:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n P_i &= 1, \\ \sum_{j=1}^m P_j &= 1 \end{aligned} \quad (8)$$

Довірчу ймовірність визначимо у межах 0,95...0,97.

Ймовірність запасу зберігання вантажів у k -у добу визначається за формулою теорії ймовірностей, як ймовірність двох незалежних випадкових подій, яка дорівнює добутку ймовірностей цих подій:

$$P(E) = P(Q_i^{nриб}) \cdot P(Q_j^{сидн}), \quad (9)$$

Запас зберігання зерна в елеваторі, що треба знайти, визначається як математичне очікування всіх можливих поєднань добових вантажопотоків прибуття та відправлення вантажів, число яких дорівнює n та m . Потім знову перевіряється нормувальна умова: $\sum P_k = 1$, яке показує, що були розглянуті всі n і m можливих поєднань вантажопотоків прибуття та відправлення зерна. Продовживши розрахунки можна уточнити величину запасу зберігання зерна із заданою довірчою ймовірністю.

Запропонована модель визначення запасів зберігання зерна в елеваторі дозволяє обчислити запас зберігання зерна за будь-яких випадкових коливань добових вантажопотоків його прибуття та відправлення.

Список використаних джерел

1. Експорт українського зерна перевищив 11 млн тонн. URL: <https://ukragroconsult.com/news/eksport-ukrayinsykykogo-zerna-perevyshhyv-11-mln-tonn/> (дата звернення: 25.11.2025).
2. Огар О. М., Шаповал Г. В., Шелехань Г. І. Логістичні комплекси: проектування та технологія роботи: Конспект лекцій. Харків: УкрДУЗТ, 2020. 62 с.
3. Технологія та проектування елеваторів / О. І. Шаповаленко та ін.; під ред. Шаповаленка О. І.; Нац. ун-т харч. технологій. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. 414 с.
4. Технологія зберігання зерна з основами захисту від шкідників / Н. М. Осокіна та ін. Умань; Київ : СІК ГРУП Україна, 2016. 245 с.
5. Післязбиральна обробка зерна та зерносховища: навч. посіб. / Г. М. Станкевич, А. К. Кац, Т. В. Страхова та ін. Одеса : КП ОМД, 2022. 154 с.

ОСОБЛИВОСТІ ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

І. Кузєв, старший викладач;

К. Пєєва, студент

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Діяльність транспортної сфери в Україні регламентується низкою нормативно-правових актів, серед яких ключове місце займає Закон України «Про транспорт» від 10 жовтня 1994 року №232/94-ВР (із подальшими змінами та доповненнями). Додатково правове поле визначається Законом України «Про дорожній рух» від 30 червня 1993 року, Законом України «Про перевезення небезпечних вантажів» від 6 квітня 2000 року, а також методичними рекомендаціями щодо формування собівартості та норм витрат у транспортній галузі.

Застосовуючи «золоте правило тлумачення», доцільно звернутися до латинської етимології терміна *transportatio*, що означає «пересування» або «переселення». Дієслово *transporto* має багатозначний характер і охоплює семантику «переносити», «переміщувати», «перевозити», «переправляти» тощо. Ці лексеми походять від префікса *trans* («через», «пере», «за межами») та кореня *porto* («носити», «перевозити», «доставляти», «мати на борту»).

Лінгвістичне тлумачення терміна «транспортування» потребує доповнення логічним аналізом його змісту. У цьому контексті можна виділити кілька послідовних етапів визначення поняття:

1. Базове визначення: транспортування слід розглядати як перевезення — просторове переміщення матеріальних цінностей та людей.

2. Цільовий характер переміщення: перевезення не може бути стихійним; воно має завершуватися доставкою вантажу у визначене місце та передачею його конкретному адресату.

3. Правова ознака: для набуття юридичного характеру відносин перевезення необхідною є платність послуги. Саме ця ознака надає цивільно-правового змісту транспортним відносинам.

4. Економічний аспект: зазначені ознаки тривалий час були достатніми для визначення перевезення як особливого виду економічної діяльності.

5. Техніко-професійний чинник: розвиток науки й техніки зумовлює появу нових транспортних засобів, що потребують спеціалізованого рівня професійності та істотно впливають на обсяги й швидкість перевезень. Це створює підґрунтя для виокремлення додаткової ознаки, яка відрізняє транспортування від перевезення у вузькому сенсі.

Таким чином, поняття «транспортування» у правовій доктрині набуває багатовимірного характеру, поєднуючи лінгвістичні, логічні, економічні та юридичні аспекти, що дозволяє розглядати його як комплексну категорію сучасного права та господарської практики.

Список використаної літератури

1. Kuziev I., Maloshtan D., Dragobetskyi V., Shlyk S., Shchetynin V. Material saving reserves in sheet stamping production, Norwegian Journal of development of the International Science No 56/2021.
2. Кузєв І.О., Драгобецький В. В., Шлик С. В., Наумова О. О. Математична модель вибуховоударного навантаження зміцнюваних елементів гірничого устаткування. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні 105 технології та обладнання обробки матеріалів у машинобудуванні та металургії, № 12(1337), 2019.
3. Savchenko, I., Shapoval, A., Kuziev, I. Modeling of high module power sources systems safety processes. Trans Tech Publications Ltd, Switzerland. Materials Science Forum. ISSN: 1662-9752, Vol. 1052, pp 399-404.

4. Moroz, M., Korol, K., Korol, S., Kuzev I, Vasylykovskiy, O. The method for stabilizing the electrical power of a vehicle diesel generator plant. IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems 2021.
5. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свиногокомплексу / Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of machine and equipment reliability. – р. 241.
6. Кузев І.О. Удосконалення процесу перевезення продовольчих товарів за рахунок формування ефективних маршрутів в умовах сезонного попиту на доставку вантажів у воєнний час. Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи» XIV Міжнародна науково-практична конференція (Дніпро,23.06.2022) Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. С. 71–75.
7. Ковцур К.Г., Птиця Н.В., Кузев І.О. Упровадження мотиваційної політики діяльності департаментів логістики на підприємствах. Implementation of a motivational policy for the activities of logistics departments at enterprises. Розвиток транспорту. 2(13) 2022. С. 53- 63.
8. Лаврик В.В., Кузев І.О., Мороз М.М. Підвищення ефективності міського транспорту загального користування за рахунок створення об'єднаних підприємств / Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 34-36.
9. Солонець А., Кузев І., Мороз М., Бешляг І. Використання на автомобільному транспорті супутникових технологій навігації та зв'язку / Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 26-29.
10. Мороз М., Кузев І., Лаврик В. Підвищення ефективності роботи міського пасажирського транспорту за рахунок створення об'єднаних транспортних підприємств / Матеріали II Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «ІННОВАЦІЇ: теорія і практика». – Кропивницький: Академія Прикладних наук. 2021. – С. 66-68.
11. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Хорольський В.Л., Король С.О., Кузев І.О. Визначення оптимальної кількості автомобілів для збирання врожаю зернових на прикладі господарства Полтавської області / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. ХНТУСГ. – 2019. № 18. С. 6-16.
12. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Хорольський В.Л., Король С.О., Кузев І.О. Визначення оптимальної кількості автомобілів для збирання врожаю зернових на прикладі господарства Полтавської області / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. ХНТУСГ. – 2019. № 18. С. 6-16.
13. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свиногокомплексу / Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of machine and equipment reliability, 2020. – р. 241-242.
14. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Гайкова Т.В., Кузев І.О. Використання методів дослідження операцій для оптимізації автомобільних перевезень масових вантажів в агропромисловому комплексі. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, 2022 – С. 44–50.
15. Мороз М.М., Солонець А.В., Кузев І.О. Використання на автомобільному транспорті супутникових технологій навігації та зв'язку. Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. С.26–29.
16. Кузев І.О., Уманська А.О., Кострецов А.О. Особливості митного оформлення митних процедур. Збірник наукових праць Центральноукраїнський науковий вісник. – № 7(38) I 2023. – С. 252-258.
17. Кузев І.О. Гібридні конструкції балок на транспорті із застосуванням металу. Збірник наукових праць Центральноукраїнський науковий вісник. – № 7(38) II 2023. – С. 237-247.
18. Приходько Я. Кузев І. Логістичний підхід організації перевезень транспортом загального користування. ІННОВАЦІЇ: теорія і практика: матеріали VI Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції 2023. С 59–61.
19. Кузев І.О., Феденко К.П., Пєєва К.А. Інформаційні системи і телекомунікаційні технології. ІННОВАЦІЇ: теорія і практика: матеріали VI Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції. 2023 С. 46–48.
20. Кузев І.О., Феденко К.П., Пєєва К.А. Міжнародні конвенції та правила митного контролю. Збірник матеріалів 86-ї Міжнародної студентської наукової конференції університету. Секція транспортних технологій, 08–12 квіт. 2024 р./Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.–Харків: ХНАДУ, 2024.–С. 9–11.

ПОРЯДОК ОБЛІКУ ТА ДОКУМЕНТУВАННЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

І. Кузєв, старший викладач;

К. Пєєва, студент

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

У бухгалтерському обліку автомобільні перевезення класифікуються за територіальною ознакою на такі види:

- міські;
- приміські;
- міжміські;
- міжнародні.

Для коректного ведення обліку необхідно розрізняти базові поняття, що визначають учасників транспортного процесу:

- **Перевізник** — юридична або фізична особа, яка здійснює перевезення вантажів автомобільним транспортом на комерційній основі (тобто за плату). Така діяльність може бути як основною, так і додатковою, а також виконуватися для власних потреб.

- **Замовник автотранспорту** — юридична або фізична особа, на замовлення якої здійснюються транспортні послуги.

- **Вантажовідправник** — юридична або фізична особа, яка передає перевізнику вантаж для транспортування.

- **Вантажоодержувач** — юридична або фізична особа, яка приймає доставлений автомобільним транспортом вантаж.

Первинний облік перевезених вантажів та транспортної роботи автомобільного транспорту здійснюється на підставі документів суворої звітності, що водночас є підставою для:

- списання товарно-матеріальних цінностей у вантажовідправника;
- оприбуткування вантажу у вантажоодержувача;
- проведення розрахунків між перевізником і замовником.

До таких документів належать:

- подорожній лист вантажного автомобіля в міжнародному сполученні (типова форма № 1);

- подорожній лист вантажного автомобіля (типова форма № 2);

- подорожній лист службового легкового автомобіля (типова форма № 3);

- товарно-транспортна накладна (типова форма № 1-ТН);

- талон замовника (типова форма № 1-ТЗ), що використовується при погодинній оплаті послуг.

Оскільки зазначені форми належать до бланків суворої звітності, вони повинні виготовлятися з нумерацією, підлягати обліку отримання, зберігання та використання, а також реєструватися у спеціальному журналі.

Перевізники, які експлуатують автомобілі, зобов'язані при випуску транспортного засобу на лінію видавати водієві оформлений подорожній лист відповідної типової форми під розписку.

- Форма № 1 (міжнародна) діє протягом усього строку відрядження автомобіля та водія для виконання міжнародних перевезень.

- Форми № 2 та № 3 видаються лише на один робочий день (зміну) за умови здачі водієм подорожнього листа за попередній день.

- Подорожній лист на більший строк може бути виданий у випадках виконання міжміських перевезень понад одну добу відповідно до наказу перевізника.

Експлуатація автомобіля без оформленого подорожнього листа суворо заборонена.

Список використаних джерел

1. Kuziev I., Maloshtan D., Dragobetskiy V., Shlyk S., Shchetynin V. Material saving reserves in sheet stamping production, Norwegian Journal of development of the International Science No 56/2021.
2. Кузев І.О., Драгобецький В. В., Шлик С. В., Наумова О. О. Математична модель вибуховоударного навантаження зміцнених елементів гірничого устаткування. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні 105 технології та обладнання обробки матеріалів у машинобудуванні та металургії, № 12(1337), 2019.
3. Savchenko, I., Shapoval, A., Kuziev, I. Modeling of high module power sources systems safety processes. Trans Tech Publications Ltd, Switzerland. Materials Science Forum. ISSN: 1662-9752, Vol. 1052, pp 399-404.
4. Moroz, M., Korol, K., Korol, S., Kuzev I, Vasytkovskyi, O. The method for stabilizing the electrical power of a vehicle diesel generator plant. IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems 2021.
5. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свиногокомплексу / Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of machine and equipment reliability. – р. 241.
6. Кузев І.О. Удосконалення процесу перевезення продовольчих товарів за рахунок формування ефективних маршрутів в умовах сезонного попиту на доставку вантажів у воєнний час. Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи» XIV Міжнародна науково-практична конференція (Дніпро,23.06.2022) Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. С. 71–75.
7. Ковцур К.Г., Птиця Н.В., Кузев І.О. Упровадження мотиваційної політики діяльності департаментів логістики на підприємствах. Implementation of a motivational policy for the activities of logistics departments at enterprises. Розвиток транспорту. 2(13) 2022. С. 53- 63.
8. Лаврик В.В., Кузев І.О., Мороз М.М. Підвищення ефективності міського транспорту загального користування за рахунок створення об'єднаних підприємств / Матеріали IV Міжнародної науковопрактичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 34-36.
9. Солонець А., Кузев І., Мороз М., Бешляг І. Використання на автомобільному транспорті супутникових технологій навігації та зв'язку / Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 26-29.
10. Мороз М., Кузев І., Лаврик В. Підвищення ефективності роботи міського пасажирського транспорту за рахунок створення об'єднаних транспортних підприємств / Матеріали II Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «ІННОВАЦІЇ: теорія і практика». – Кропивницький: Академія Прикладних наук. 2021. – С. 66-68.
11. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Хорольський В.Л., Король С.О., Кузев І.О. Визначення оптимальної кількості автомобілів для збирання врожаю зернових на прикладі господарства Полтавської області / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. ХНТУСГ. – 2019. № 18. С. 6-16.
12. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Хорольський В.Л., Король С.О., Кузев І.О. Визначення оптимальної кількості автомобілів для збирання врожаю зернових на прикладі господарства Полтавської області / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. ХНТУСГ. – 2019. № 18. С. 6-16.
13. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свиногокомплексу / Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of machine and equipment reliability, 2020. – р. 241-242.
14. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Гайкова Т.В., Кузев І.О. Використання методів дослідження операцій для оптимізації автомобільних перевезень масових вантажів в агропромисловому комплексі. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, 2022 – С. 44–50.
15. Мороз М.М., Солонець А.В., Кузев І.О. Використання на автомобільному транспорті супутникових технологій навігації та зв'язку. Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. С.26–29.
16. Кузев І.О., Уманська А.О., Кострецов А.О. Особливості митного оформлення митних процедур. . Збірник наукових праць Центральноукраїнський науковий вісник. – № 7(38) I 2023. – С. 252-258.
17. Кузев І.О. Гібридні конструкції балок на транспорті із застосуванням металу. Збірник наукових праць Центральноукраїнський науковий вісник. – № 7(38) II 2023. – С. 237-247.
18. Приходько Я. Кузев І. Логістичний підхід організації перевезень транспортом загального користування. ІННОВАЦІЇ: теорія і практика: матеріали VI Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції 2023. С 59–61.
19. Кузев І.О., Феденко К.П., Пєєва К.А. Інформаційні системи і телекомунікаційні технології. ІННОВАЦІЇ: теорія і практика: матеріали VI Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції. 2023 С. 46–48.
20. Кузев І.О., Феденко К.П., Пєєва К.А. Міжнародні конвенції та правила митного контролю. Збірник матеріалів 86-ї Міжнародної студентської наукової конференції університету. Секція транспортних технологій, 08–12 квіт. 2024 р./Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.–Харків: ХНАДУ, 2024.–С. 9–11.

INCOME, PROFIT AND PROFITABILITY OF THE MOTOR TRANSPORT INDUSTRY

I. Кузєв, старший викладач;

Пєєва К.А., студент

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

In market minds, the main motive for any business activity is profit maximization. The implementation of this strategic goal will in the future be limited by a level of financial expenditures. In certain situations (for example, during the period of gaining a market position or undertaking competitive struggle), a business can easily proceed with a temporary decrease in profitability or even allow for a run-up. Maintaining normal functioning without profit is impossible, as long as the business is not in the face of competition.

1. The essence and type of formation of income of motor transport enterprises (ATP)

The income of the organization is calculated as an increase in economic benefits as a result of the acquisition of assets (penny money, cash) or the repayment of debts, which leads to an increase in the capital of the organization, in addition to the contributions of participants (Vlasnikov lane). They are recorded on the basis of the original accounting documents.

Depending on the character, minds removed and direct activity, income is divided into: income from basic types of activities, other supplies, which include: operating income, realized income; additional income.

Income from basic types of activities. For motor transport organizations, such income includes revenue from: domestic and international transport, domestic and international passenger transportation by buses, transportation of passengers by passenger taxis, transportation by private taxis, provision of passenger cars for servicing enterprises and organizations, vikorostana of cars during their constant driving, recovery of empty runs of commercial vehicles of other organizations, rental of cars, transport and expeditionary operations, vantage-rozvantazhuvalnyh robots, warehouse operations, activities of private bus stations, bus stations and bus stations, delivery of new or refurbished cars from factories, rental payment for the transfer of assets from time-to-time costs, vineyards for commission agreements for transport expeditions.

Operating income. Operating income is subject to: supply of assets from time-to-time management, income from participation in the statutory capital of other organizations (surcharges, dividends, income from valuable papers), income from professional activity (simply partnership), the need for the sale of fixed assets and other assets, variety of materials removed during the elimination of essential conditions, hundreds of dollars for the payment of organizational fees and bank accounts, income from the write-off of special equipment and special clothing.

Realized income. Before the realized income is due: fines and penalties for violating agreements, free withdrawal of assets (including under gift agreements), whipping, the influx of past fates, manifestations of the modern period, creditors' and depositors' debts due to the past limitation period, exchange rate differences, amounts for additional asset valuation, surpluses revealed during inventory, the right to cancel the main benefits free of charge (in the world there is a depreciation charge).

Thus, the income of motor transport enterprises has a rich component structure, which includes both the main activity and operational and sales activities. This will ensure a comprehensive representation of financial results for the accounting department.

References

1. Kuziev I., Maloshtan D., Dragobetskiy V., Shlyk S., Shchetynin V. Material saving reserves in sheet stamping production, Norwegian Journal of development of the International Science No 56/2021.
2. Кузев І.О., Драгобецький В. В., Шлик С. В., Наумова О. О. Математична модель вибуховоударного навантаження зміцнених елементів гірничого устаткування. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні 105 технології та обладнання обробки матеріалів у машинобудуванні та металургії, № 12(1337), 2019.
3. Savchenko, I., Shapoval, A., Kuziev, I. Modeling of high module power sources systems safety processes. Trans Tech Publications Ltd, Switzerland. Materials Science Forum. ISSN: 1662-9752, Vol. 1052, pp 399-404.
4. Moroz, M., Korol, K., Korol, S., Kuzev I, Vasytkovskyi, O. The method for stabilizing the electrical power of a vehicle diesel generator plant. IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems 2021.
5. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свиногокомплексу / Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of machine and equipment reliability. – p. 241.
6. Кузев І.О. Удосконалення процесу перевезення продовольчих товарів за рахунок формування ефективних маршрутів в умовах сезонного попиту на доставку вантажів у воєнний час. Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи» XIV Міжнародна науково-практична конференція (Дніпро,23.06.2022) Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. С. 71–75.
7. Ковцур К.Г., Птиця Н.В., Кузев І.О. Упровадження мотиваційної політики діяльності департаментів логістики на підприємствах. Implementation of a motivational policy for the activities of logistics departments at enterprises. Розвиток транспорту. 2(13) 2022. С. 53- 63.
8. Лаврик В.В., Кузев І.О., Мороз М.М. Підвищення ефективності міського транспорту загального користування за рахунок створення об'єднаних підприємств / Матеріали IV Міжнародної науковопрактичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 34-36.
9. Солонець А., Кузев І., Мороз М., Бешляг І. Використання на автомобільному транспорті супутникових технологій навігації та зв'язку / Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 26-29.
10. Мороз М., Кузев І., Лаврик В. Підвищення ефективності роботи міського пасажирського транспорту за рахунок створення об'єднаних транспортних підприємств / Матеріали II Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «ІННОВАЦІЇ: теорія і практика». – Кропивницький: Академія Прикладних наук. 2021. – С. 66-68.
11. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Хорольський В.Л., Король С.О., Кузев І.О. Визначення оптимальної кількості автомобілів для збирання врожаю зернових на прикладі господарства Полтавської області / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. ХНТУСГ. – 2019. № 18. С. 6-16.
12. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Хорольський В.Л., Король С.О., Кузев І.О. Визначення оптимальної кількості автомобілів для збирання врожаю зернових на прикладі господарства Полтавської області / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. ХНТУСГ. – 2019. № 18. С. 6-16.
13. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свиногокомплексу / Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of machine and equipment reliability, 2020. – p. 241-242.
14. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Гайкова Т.В., Кузев І.О. Використання методів дослідження операцій для оптимізації автомобільних перевезень масових вантажів в агропромисловому комплексі. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, 2022 – С. 44–50.
15. Мороз М.М., Солонець А.В., Кузев І.О. Використання на автомобільному транспорті супутникових технологій навігації та зв'язку. Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. С.26–29.
16. Кузев І.О., Уманська А.О., Кострецов А.О. Особливості митного оформлення митних процедур. Збірник наукових праць Центральноукраїнський науковий вісник. – № 7(38) I 2023. – С. 252-258.
17. Кузев І.О. Гібридні конструкції балок на транспорті із застосуванням металу. Збірник наукових праць Центральноукраїнський науковий вісник. – № 7(38) II 2023. – С. 237-247.
18. Приходько Я. Кузев І. Логістичний підхід організації перевезень транспортом загального користування. ІННОВАЦІЇ: теорія і практика: матеріали VI Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції 2023. С 59–61.
19. Кузев І.О., Феденко К.П., Пєєва К.А. Інформаційні системи і телекомунікаційні технології. ІННОВАЦІЇ: теорія і практика: матеріали VI Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції. 2023 С. 46–48.
20. Кузев І.О., Феденко К.П., Пєєва К.А. Міжнародні конвенції та правила митного контролю. Збірник матеріалів 86-ї Міжнародної студентської наукової конференції університету. Секція транспортних технологій, 08–12 квіт. 2024 р./Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.–Харків: ХНАДУ, 2024.–С. 9–11.

FINANCE OF THE MOTOR TRANSPORT INDUSTRY

I. Кузєв, старший викладач;

К. Пєєва, студент

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Finance of enterprises (organizations) is to establish a system of financial deposits, which results from the process of formation and replacement of fixed and working capital, as well as funds of penny stocks of the enterprise. In the course of economic activity, businesses enter into financial relationships with:

- leaders;
- other enterprises and organizations;
- vital organs and vital structural parts;
- health workers;
- power;
- credit and insurance regulations;
- investment institutions.

Principles of financial statements

Financial accounts of commercial organizations are based on the following principles:

- independence in the sphere of organization of financial and government activity;
- self-financing;
- material quality and reliability;
- distribution of harvests into harvest and harvesting;
- security of financial reserves.

Formation of financial resources

For this purpose, the enterprise creates penny funds and reserves to ensure the completion of assigned tasks. The formation of financial resources begins from the moment of organization of the enterprise and is affected by the share of available and received capital.

Financial resources are divided into:

- external (internal): income from sales, income from core and other activities, depreciation and amortization;
- received (external): investor capital, position capital, financial resources from the sale of shares and other valuable papers, subject to the procedure of reorganization (insurance, income from financial deposits, funds of parent companies), budgetary allocations to support enterprises whose products may be of foreign importance.

Financial mechanism

Financial management operates with the help of an additional financial mechanism - a system for managing the financial flows of an enterprise in order to achieve maximum income. VIN includes:

- financial methods;
- financial instruments;
- legal security;
- information and methodological security.

Financial methods include planning, design, analysis, regulation and control. They will ensure the management of financial resources and the assessment of the effectiveness of their use based on financial indicators.

Financial instruments are contracts that create a financial asset for one enterprise, a financial requirement or a capital instrument for another. The stench is divided into:

- primary (debtor and creditor debt, shares, bonds, bills);
- derivatives (options, futures, forwards, interest and currency swaps).

Legal and information security

Legal regulation of the financial system is based on the Civil, Tax and Budget Codes, as well as numerous regulatory legal acts. Information is securely supported by financial planning and forecasting, and its viability directly affects the efficiency of penny flow management, the financial stability of the enterprise and its competitiveness.

It is important to note that transactions with financial instruments are always accompanied by financial risks, which must be assessed and minimized during the management process.

References

1. Kuziev I., Maloshtan D., Dragobetskiy V., Shlyk S., Shchetynin V. Material saving reserves in sheet stamping production, Norwegian Journal of development of the International Science No 56/2021.
2. Кузев І.О., Драгобецький В. В., Шлик С. В., Наумова О. О. Математична модель вибуховоударного навантаження зміцнених елементів гірничого устаткування. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні 105 технології та обладнання обробки матеріалів у машинобудуванні та металургії, № 12(1337), 2019.
3. Savchenko, I., Shapoval, A., Kuziev, I. Modeling of high module power sources systems safety processes. Trans Tech Publications Ltd, Switzerland. Materials Science Forum. ISSN: 1662-9752, Vol. 1052, pp 399-404.
4. Moroz, M., Korol, K., Korol, S., Kuzev I, Vasytkovskyi, O. The method for stabilizing the electrical power of a vehicle diesel generator plant. IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems 2021.
5. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свиногокомплексу / Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of machine and equipment reliability. – p. 241.
6. Кузев І.О. Удосконалення процесу перевезення продовольчих товарів за рахунок формування ефективних маршрутів в умовах сезонного попиту на доставку вантажів у воєнний час. Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи» XIV Міжнародна науково-практична конференція (Дніпро,23.06.2022) Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. С. 71–75.
7. Ковцур К.Г., Птиця Н.В., Кузев І.О. Упровадження мотиваційної політики діяльності департаментів логістики на підприємствах. Implementation of a motivational policy for the activities of logistics departments at enterprises. Розвиток транспорту. 2(13) 2022. С. 53- 63.
8. Лаврик В.В., Кузев І.О., Мороз М.М. Підвищення ефективності міського транспорту загального користування за рахунок створення об'єднаних підприємств / Матеріали IV Міжнародної науковопрактичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 34-36.
9. Солонець А., Кузев І., Мороз М., Бешляг І. Використання на автомобільному транспорті супутникових технологій навігації та зв'язку / Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 26-29.
10. Мороз М., Кузев І., Лаврик В. Підвищення ефективності роботи міського пасажирського транспорту за рахунок створення об'єднаних транспортних підприємств / Матеріали II Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «ІННОВАЦІЇ: теорія і практика». – Кропивницький: Академія Прикладних наук. 2021. – С. 66-68.
11. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Хорольський В.Л., Король С.О., Кузев І.О. Визначення оптимальної кількості автомобілів для збирання врожаю зернових на прикладі господарства Полтавської області / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. ХНТУСГ. – 2019. № 18. С. 6-16.
12. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Хорольський В.Л., Король С.О., Кузев І.О. Визначення оптимальної кількості автомобілів для збирання врожаю зернових на прикладі господарства Полтавської області / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. ХНТУСГ. – 2019. № 18. С. 6-16.
13. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свиногокомплексу / Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of machine and equipment reliability, 2020. – p. 241-242.
14. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Гайкова Т.В., Кузев І.О. Використання методів дослідження операцій для оптимізації автомобільних перевезень масових вантажів в агропромисловому комплексі. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, 2022 – С. 44–50.
15. Мороз М.М., Солонець А.В., Кузев І.О. Використання на автомобільному транспорті супутникових технологій навігації та зв'язку. Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. С.26–29.
16. Кузев І.О., Уманська А.О., Кострецов А.О. Особливості митного оформлення митних процедур. . Збірник наукових праць Центральноукраїнський науковий вісник. – № 7(38) I 2023. – С. 252-258.
17. Кузев І.О. Гібридні конструкції балок на транспорті із застосуванням металу. Збірник наукових праць Центральноукраїнський науковий вісник. – № 7(38) II 2023. – С. 237-247.

SUBSCRIPTION OF ENTERPRISES TO MOTOR TRANSPORT

I. Кузєв, старший викладач;

К. Пєєва, студент

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Taxes are obligatory payments that go to the state budget for legal and physical entities (enterprises, organizations, communities). Their payment is obligatory and does not convey direct compensation or equivalent compensation from the side of the state. Tax payments may have a primordial and free nature, but they are not a necessary tool for government regulation of economic and social processes.

For additional assistance, the power can:

- stimulate or limit different types of activity;
- straighten the development of industry galuzey;
- contribute to the economic activity of government entities;
- balance the supply side and the position;
- regulate the penny mass in good order.

While taxes often provoke a negative reaction from payers, they smack of the fundamental mentality of the immediate marriage of the state. Unified and stable rules of payment will ensure the ability of businesses and communities to make government decisions while maintaining the rules of transferring income to the state's wealth.

Submission functions

The important functions of donations are implemented through two main functions:

- Fiscal function - the formation of penny income of the state.
- Economic function - input into the processes of sustainable creation and socio-economic development.

At the boundaries of the economic function, taxes can be reduced:

- stimulating role (desire for the development of enterprises through tax payments);
- intermediary role (change in economic activity through increased rates);
- control role (price and income regulation).

The interconnection of functions is manifested in the fact that the growth of tax revenues will provide the power with a resource base for economical regulation, and effective economical regulation, in turn, will result in increased budget revenues.

Types of taxes

The current feeding system is characterized by significant diversity. Taxes are classified according to distinct criteria, creating a structured system such as foreign powers, local payments, direct and indirect taxes, as well as taxes for the objects of donation (income, main, living expenses, etc.).

References

1. Kuziev I., Maloshtan D., Dragobetskyi V., Shlyk S. , Shchetynin V. Material saving reserves in sheet stamping production, Norwegian Journal of development of the International Science No 56/2021.
2. Кузєв І.О., Драгобецький В. В., Шлик С. В., Наумова О. О. Математична модель вибуховоударного навантаження зміцнюваних елементів гірничого устаткування. Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні 105 технології та обладнання обробки матеріалів у машинобудуванні та металургії, № 12(1337), 2019.
3. Savchenko, I., Shapoval, A., Kuziev, I. Modeling of high module power sources systems safety processes. Trans Tech Publications Ltd, Switzerland. Materials Science Forum. ISSN: 1662-9752, Vol. 1052, pp 399-404.

4. Moroz, M., Korol, K., Korol, S., Kuzev I, Vasylykovskiy, O. The method for stabilizing the electrical power of a vehicle diesel generator plant. IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems 2021.
5. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свиногокомплексу / Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of machine and equipment reliability. – р. 241.
6. Кузев І.О. Удосконалення процесу перевезення продовольчих товарів за рахунок формування ефективних маршрутів в умовах сезонного попиту на доставку вантажів у воєнний час. Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи» XIV Міжнародна науково-практична конференція (Дніпро,23.06.2022) Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. С. 71–75.
7. Ковцур К.Г., Птиця Н.В., Кузев І.О. Упровадження мотиваційної політики діяльності департаментів логістики на підприємствах. Implementation of a motivational policy for the activities of logistics departments at enterprises. Розвиток транспорту. 2(13) 2022. С. 53- 63.
8. Лаврик В.В., Кузев І.О., Мороз М.М. Підвищення ефективності міського транспорту загального користування за рахунок створення об'єднаних підприємств / Матеріали IV Міжнародної науковопрактичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 34-36.
9. Солонець А., Кузев І., Мороз М., Бешляг І. Використання на автомобільному транспорті супутникових технологій навігації та зв'язку / Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 26-29.
10. Мороз М., Кузев І., Лаврик В. Підвищення ефективності роботи міського пасажирського транспорту за рахунок створення об'єднаних транспортних підприємств / Матеріали II Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «ІННОВАЦІЇ: теорія і практика». – Кропивницький: Академія Прикладних наук. 2021. – С. 66-68.
11. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Хорольський В.Л., Король С.О., Кузев І.О. Визначення оптимальної кількості автомобілів для збирання врожаю зернових на прикладі господарства Полтавської області / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. ХНТУСГ. – 2019. № 18. С. 6-16.
12. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Хорольський В.Л., Король С.О., Кузев І.О. Визначення оптимальної кількості автомобілів для збирання врожаю зернових на прикладі господарства Полтавської області / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. ХНТУСГ. – 2019. № 18. С. 6-16.
13. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свиногокомплексу / Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of machine and equipment reliability, 2020. – р. 241-242.
14. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Гайкова Т.В., Кузев І.О. Використання методів дослідження операцій для оптимізації автомобільних перевезень масових вантажів в агропромисловому комплексі. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, 2022 – С. 44–50.
15. Мороз М.М., Солонець А.В., Кузев І.О. Використання на автомобільному транспорті супутникових технологій навігації та зв'язку. Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. С.26–29.
16. Кузев І.О., Уманська А.О., Кострецов А.О. Особливості митного оформлення митних процедур. . Збірник наукових праць Центральноукраїнський науковий вісник. – № 7(38) I 2023. – С. 252-258.
17. Кузев І.О. Гібридні конструкції балок на транспорті із застосуванням металу. Збірник наукових праць Центральноукраїнський науковий вісник. – № 7(38) II 2023. – С. 237-247.
18. Приходько Я. Кузев І. Логістичний підхід організації перевезень транспортом загального користування. ІННОВАЦІЇ: теорія і практика: матеріали VI Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції 2023. С 59–61.
19. Кузев І.О., Феденко К.П., Пєєва К.А. Інформаційні системи і телекомунікаційні технології. ІННОВАЦІЇ: теорія і практика: матеріали VI Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції. 2023 С. 46–48.
20. Кузев І.О., Феденко К.П., Пєєва К.А. Міжнародні конвенції та правила митного контролю. Збірник матеріалів 86-ї Міжнародної студентської наукової конференції університету. Секція транспортних технологій, 08–12 квіт. 2024 р./Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.–Харків: ХНАДУ, 2024.–С. 9–11.

AUTOMOBILE TRANSPORT INDUSTRY AS A SUBJECT OF ECONOMICAL TIRES*I. Кузев, старший викладач;**К. Пєєва, студент**Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

Ukraine's transition to a market economy in the minds of the activation of integration processes is seen as a strategic direction of national development. This task is complex and rich in nature, which reflects the transformation of the power supply, the formation of a competitive environment and the creation of a similar market infrastructure. The development of market money in current minds means not only the adoption of new economic categories and terms, but also the formation of a new ideology of economic thinking and the development of action strategies in the market middle

The process of economic transformation is complex, ambiguous and super-sensitive. Its characteristic rices appear: the appearance of different forms of moisture, decentralization of management, strengthening the role of enterprises and organizations as the main government of Lanka, which functions on the principles of economic independence and accountability for the results of their activities.

Entrepreneurship is a structure in which various factors of generation are directly combined to create material goods and services, as well as special and collective interests are realized. The totality of enterprises and their combination forms the economic system of the region. The ultimate goal of the economic activity of enterprises lies in the disconnected superfluity between the steadily growing demand and resource exchange.

The activity of enterprises follows a variety of direct lines that correlate with the main phases of the creative cycle - the production of products and services, the exchange and distribution of goods, and their relationships. In this context the following types of business activities can be considered: virobniča, commerce, financial consulting.

The skin of the various types of activity is essentially independent, and they are mutually interconnected and mutually reinforcing, ensuring the integrity of the functioning of the enterprise in the market. economy.

References

1. Kuziev I., Maloshtan D., Dragobetskyi V., Shlyk S. , Shchetynin V. Material saving reserves in sheet stamping production, Norwegian Journal of development of the International Science No 56/2021.
2. Кузев І.О., Драгобецький В. В., Шлик С. В., Наумова О. О. Математична модель вибуховоударного навантаження зміцнених елементів гірничого устаткування. Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні 105 технології та обладнання обробки матеріалів у машинобудуванні та металургії, № 12(1337), 2019.
3. Savchenko, I., Shapoval, A., Kuziev, I. Modeling of high module power sources systems safety processes. Trans Tech Publications Ltd, Switzerland. Materials Science Forum. ISSN: 1662-9752, Vol. 1052, pp 399-404.
4. Moroz, M., Korol, K., Korol, S., Kuzev I, Vasylovskyi, O. The method for stabilizing the electrical power of a vehicle diesel generator plant. IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems 2021.
5. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свинокомплексу / Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of machine and equipment reliability. – р. 241.
6. Кузев І.О. Удосконалення процесу перевезення продовольчих товарів за рахунок формування ефективних маршрутів в умовах сезонного попиту на доставку вантажів у воєнний час. Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи» XIV Міжнародна науково-практична конференція (Дніпро,23.06.2022) Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. С. 71–75.
7. Ковцур К.Г., Птиця Н.В., Кузев І.О. Упровадження мотиваційної політики діяльності департаментів логістики на підприємствах. Implementation of a motivational policy for the activities of logistics departments at enterprises. Розвиток транспорту. 2(13) 2022. С. 53- 63.
8. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Хорольський В.Л., Король С.О., Кузев І.О. Визначення оптимальної кількості автомобілів для збирання врожаю зернових на прикладі господарства Полтавської області / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. ХНТУСГ. – 2019. № 18. С. 6-16.

**TYPES AND ORGANIZATIONAL AND LEGAL FORMS OF ASSOCIATION OF MOTOR
TRANSPORT ENTERPRISES**

I. Кузев, старший викладач;

К. Пеева, студент

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Adoptive structures have the right to consolidate their activities during voluntary ambushes. Organizational and economic forms of association can be: associations, corporations, concerns, trusts, syndicates, cartels, holdings, financial groups.

Association is the simplest form of contractual association of enterprises through stable coordination of government activities; The association does not have the right to participate in the trade and commercial and financial activities of its members. The corporation is a contractual association of government entities based on the integration of their scientific, technological, technological and commercial interests, with the delegation of other centralized regulation of skin activity. Consortiums are a timely statutory combination of industrial and banking capital to achieve a goal (for example, the creation of a large-scale government project). Participants in the consortium can be state and private companies, as well as state targets (for example, the International Satellite Communications Consortium). Concerns are a form of statutory association of enterprises (firms), which are characterized by unified power and control; The association is most often based on the principle of diversification, when one concern integrates enterprises (firms) of various sectors of the economy (industry, transport, trade, scientific organizations, banks, insurance right). After the creation of a concern, government entities lose their independence and are primarily subordinated to financial structures. In today's minds, the range of international concerns is significantly expanding. Cartels – where there is an agreement between enterprises (firms), especially one thing, for the ongoing commercial activity – regulation of products, such as getting ready. Syndicates are an organizational form of a type of cartel that transfers the sale of the participants' products through a joint body or through the distribution of one of the participants in the association. A similar procedure can be used to purchase cheese for all members of the syndicate.

Typical for galusa with a massive production of products. Trusts are a monopolistic combination of enterprises, which previously belonged to various enterprises, into a single industrial complex. In this case, the enterprise loses its legal and sovereign independence, as all areas of activity are integrated. 38 Holdings are a specific organizational form of pooling capital; a sovereign integrated partnership that does not engage in any kind of industrial activity, but uses its financial assets to add controlling stakes to the shares of other enterprises that are participants concern or other voluntary association. Therefore, it is necessary to control the activities of such enterprises. Subjects united in a holding may have legal and sovereign independence. Proceeding from the main sources of their activities is the responsibility of the holding company. Financial and industrial group is a combination of industrial, banking, insurance and trade capital, as well as the intellectual potential of enterprises and organizations.

References

1. Kuziev I., Maloshtan D., Dragobetskyi V., Shlyk S. , Shchetynin V. Material saving reserves in sheet stamping production, Norwegian Journal of development of the International Science No 56/2021.
2. Кузев І.О., Драгобецький В. В., Шлик С. В., Наумова О. О. Математична модель вибуховоударного навантаження зміцнюваних елементів гірничого устаткування. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні 105 технології та обладнання обробки матеріалів у машинобудуванні та металургії, № 12(1337), 2019.
3. Savchenko, I., Shapoval, A., Kuziev, I. Modeling of high module power sources systems safety processes. Trans Tech Publications Ltd, Switzerland. Materials Science Forum. ISSN: 1662-9752, Vol. 1052, pp 399-404.

4. Moroz, M., Korol, K., Korol, S., Kuzev I, Vasylovskiy, O. The method for stabilizing the electrical power of a vehicle diesel generator plant. IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems 2021.
5. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свиногокомплексу / Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of machine and equipment reliability. – р. 241.
6. Кузев І.О. Удосконалення процесу перевезення продовольчих товарів за рахунок формування ефективних маршрутів в умовах сезонного попиту на доставку вантажів у воєнний час. Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи» XIV Міжнародна науково-практична конференція (Дніпро, 23.06.2022) Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. С. 71–75.
7. Ковцур К.Г., Птиця Н.В., Кузев І.О. Упровадження мотиваційної політики діяльності департаментів логістики на підприємствах. Implementation of a motivational policy for the activities of logistics departments at enterprises. Розвиток транспорту. 2(13) 2022. С. 53- 63.
8. Лаврик В.В., Кузев І.О., Мороз М.М. Підвищення ефективності міського транспорту загального користування за рахунок створення об'єднаних підприємств / Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 34-36.
9. Солонець А., Кузев І., Мороз М., Бешляг І. Використання на автомобільному транспорті супутникових технологій навігації та зв'язку / Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 26-29.
10. Мороз М., Кузев І., Лаврик В. Підвищення ефективності роботи міського пасажирського транспорту за рахунок створення об'єднаних транспортних підприємств / Матеріали II Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «ІННОВАЦІЇ: теорія і практика». – Кропивницький: Академія Прикладних наук. 2021. – С. 66-68.
11. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Хорольський В.Л., Король С.О., Кузев І.О. Визначення оптимальної кількості автомобілів для збирання врожаю зернових на прикладі господарства Полтавської області / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. ХНТУСГ. – 2019. № 18. С. 6-16.
12. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Хорольський В.Л., Король С.О., Кузев І.О. Визначення оптимальної кількості автомобілів для збирання врожаю зернових на прикладі господарства Полтавської області / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. ХНТУСГ. – 2019. № 18. С. 6-16.
13. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свиногокомплексу / Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of machine and equipment reliability, 2020. – р. 241-242.
14. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Гайкова Т.В., Кузев І.О. Використання методів дослідження операцій для оптимізації автомобільних перевезень масових вантажів в агропромисловому комплексі. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, 2022 – С. 44–50.
15. Мороз М.М., Солонець А.В., Кузев І.О. Використання на автомобільному транспорті супутникових технологій навігації та зв'язку. Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. С.26–29.
16. Кузев І.О., Уманська А.О., Кострецов А.О. Особливості митного оформлення митних процедур. Збірник наукових праць Центральноукраїнський науковий вісник. – № 7(38) I 2023. – С. 252-258.
17. Кузев І.О. Гібридні конструкції балок на транспорті із застосуванням металу. Збірник наукових праць Центральноукраїнський науковий вісник. – № 7(38) II 2023. – С. 237-247.
18. Приходько Я. Кузев І. Логістичний підхід організації перевезень транспортом загального користування. ІННОВАЦІЇ: теорія і практика: матеріали VI Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції 2023. С 59–61.
19. Кузев І.О., Феденко К.П., Пєєва К.А. Інформаційні системи і телекомунікаційні технології. ІННОВАЦІЇ: теорія і практика: матеріали VI Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції. 2023 С. 46–48.
20. Кузев І.О., Феденко К.П., Пєєва К.А. Міжнародні конвенції та правила митного контролю. Збірник матеріалів 86-ї Міжнародної студентської наукової конференції університету. Секція транспортних технологій, 08–12 квіт. 2024 р./Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.–Харків: ХНАДУ, 2024.–С. 9–11.

ROAD TRANSPORT MANAGEMENT*I. Кузєв, старший викладач;**К. Пєєва, студент**Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

Based on the basic principles of systems theory, any object, phenomenon or process (including business) can be viewed as a system. By system we mean the totality of interconnected elements. An element of the system is a part of the whole, which does not interfere with the warehouse floor during the analysis process. Well, it is typical for any system that: it consists of two or more elements; the skin element has no power; Between the elements of the system there are connections, behind which such stench flows one upon another; The system cannot be maintained in time and space. There is an hourly reality (its warehouse can be of significance at the moment of the skin), as well as its boundaries and more centrality.

The first peculiarity of business as a system lies in the fact that business is an open system that can have an active interaction with its surroundings. It selects from the intermediate and external environment the main factors of production and transforms them into products (goods, services, information) and inputs, transmitting them to the external environment. The mental vitality of the system is the horizontal (visual) exchange between the “input” and the “output”. Another feature of the enterprise as a system: it is a piecemeal system, created by people for the sake of powerful interests, advanced scientific practice. Therefore, the obvious characteristic of any enterprise is the bottom line. There are two forms of the floor: horizontal and vertical. The first step is through labor operations on the outside of the workplace. The result of the horizontal process is the formation of subdivisions of the enterprise, which is the final part of the fundamental transformation process.

The remainder of the work in the enterprise is divided between subdivisions and neighboring Vikonavians, although it is possible to coordinate their activities in order to achieve essential activities. This is objectively due to the need for a strengthened management system in the UK. Also, the need for management is related to the processes involved in business. Management in a broad sense is an activity aimed at coordinating the work of other people (work teams), which is a complex system.

Differentiation and coordination of management activities, the formation of equal management work through the additional vertical division of activities. Basic principles of enterprise management: 1. Enterprise management is based on the statute on the basis of the unification of the rights of the ruler of the sovereign government of his own land and the principles of self-government labor team. 2. Hiring (recognition, employment) of a professional enterprise with the right of the ruler(s) of the enterprise and is implemented directly or through his authorized bodies. 3. Decisions regarding socio-economic issues that affect the activities of the enterprise are made and accepted by the management bodies with the participation of the labor collective and the bodies that are upheld by them. 4. The most important body of collective enterprise is the underground meeting (conference) of the Vlasnik Maina. The final functions for managing the current government.

References

1. Kuziev I., Maloshtan D., Dragobetskyi V., Shlyk S. , Shchetynin V. Material saving reserves in sheet stamping production, Norwegian Journal of development of the International Science No 56/2021.
2. Кузєв І.О., Драгобецький В. В., Шлик С. В., Наумова О. О. Математична модель вибуховоударного навантаження зміцнюваних елементів гірничого устаткування. Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні 105 технології та обладнання обробки матеріалів у машинобудуванні та металургії, № 12(1337), 2019.

3. Savchenko, I., Shapoval, A., Kuziev, I. Modeling of high module power sources systems safety processes. Trans Tech Publications Ltd, Switzerland. Materials Science Forum. ISSN: 1662-9752, Vol. 1052, pp 399-404.
4. Moroz, M., Korol, K., Korol, S., Kuzev I, Vasylykovskiy, O. The method for stabilizing the electrical power of a vehicle diesel generator plant. IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems 2021.
5. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свинокомплексу / Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of machine and equipment reliability. – р. 241.
6. Кузев І.О. Удосконалення процесу перевезення продовольчих товарів за рахунок формування ефективних маршрутів в умовах сезонного попиту на доставку вантажів у воєнний час. Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи» XIV Міжнародна науково-практична конференція (Дніпро, 23.06.2022) Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. С. 71–75.
7. Ковцур К.Г., Птиця Н.В., Кузев І.О. Упровадження мотиваційної політики діяльності департаментів логістики на підприємствах. Implementation of a motivational policy for the activities of logistics departments at enterprises. Розвиток транспорту. 2(13) 2022. С. 53- 63.
8. Лаврик В.В., Кузев І.О., Мороз М.М. Підвищення ефективності міського транспорту загального користування за рахунок створення об'єднаних підприємств / Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 34-36.
9. Солонець А., Кузев І., Мороз М., Бешляг І. Використання на автомобільному транспорті супутникових технологій навігації та зв'язку / Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 26-29.
10. Мороз М., Кузев І., Лаврик В. Підвищення ефективності роботи міського пасажирського транспорту за рахунок створення об'єднаних транспортних підприємств / Матеріали II Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «ІННОВАЦІЇ: теорія і практика». – Кропивницький: Академія Прикладних наук. 2021. – С. 66-68.
11. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Хорольський В.Л., Король С.О., Кузев І.О. Визначення оптимальної кількості автомобілів для збирання врожаю зернових на прикладі господарства Полтавської області / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. ХНТУСГ. – 2019. № 18. С. 6-16.
12. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Хорольський В.Л., Король С.О., Кузев І.О. Визначення оптимальної кількості автомобілів для збирання врожаю зернових на прикладі господарства Полтавської області / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. ХНТУСГ. – 2019. № 18. С. 6-16.
13. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свинокомплексу / Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of machine and equipment reliability, 2020. – р. 241-242.
14. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Гайкова Т.В., Кузев І.О. Використання методів дослідження операцій для оптимізації автомобільних перевезень масових вантажів в агропромисловому комплексі. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, 2022 – С. 44–50.
15. Мороз М.М., Солонець А.В., Кузев І.О. Використання на автомобільному транспорті супутникових технологій навігації та зв'язку. Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. С.26–29.
16. Кузев І.О., Уманська А.О., Кострецов А.О. Особливості митного оформлення митних процедур. . Збірник наукових праць Центральноукраїнський науковий вісник. – № 7(38) I 2023. – С. 252-258.
17. Кузев І.О. Гібридні конструкції балок на транспорті із застосуванням металу. Збірник наукових праць Центральноукраїнський науковий вісник. – № 7(38) II 2023. – С. 237-247.
18. Приходько Я. Кузев І. Логістичний підхід організації перевезень транспортом загального користування. ІННОВАЦІЇ: теорія і практика: матеріали VI Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції 2023. С 59–61.
19. Кузев І.О., Феденко К.П., Пеева К.А. Інформаційні системи і телекомунікаційні технології. ІННОВАЦІЇ: теорія і практика: матеріали VI Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції. 2023 С. 46–48.
20. Кузев І.О., Феденко К.П., Пеева К.А. Міжнародні конвенції та правила митного контролю. Збірник матеріалів 86-ї Міжнародної студентської наукової конференції університету. Секція транспортних технологій, 08–12 квіт. 2024 р./Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.–Харків: ХНАДУ, 2024.–С. 9–11.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ РОЗКРИТТЯ ГЕНЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ СОЇ

Т. Шенілова, к.т.н., доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Соє є критично важливою культурою, оскільки є основним джерелом рослинного білка та олії. Її універсальність забезпечує широке застосування як у харчовій промисловості, так і у тваринництві, підтримуючи глобальні ланцюги постачання. Соє стимулює економічний розвиток країн, а її здатність фіксувати атмосферний азот робить її ключовим елементом сталого землеробства, зменшуючи потребу в синтетичних добривах, зберігаючи родючість ґрунтів [1, 2].

Хоча в Україні площі під соєю відносно незначними, вони демонструють тенденцію до зростання. У 2024 році, за різними оцінками, посівні площі становили близько 2,0–2,6 млн. га, що є одним із найбільших показників в історії. Це розширення зумовлене зростанням внутрішнього і привабливістю сої як експортної культури.

Сучасні дослідження підтверджують позитивний вплив як мінерального живлення, так і біологічної фіксації азоту на ключові показники продуктивності сої, хоча оптимальні стратегії їх поєднання залежать від агрохімічного стану ґрунту та наявності специфічних бактерій.

Інокуляція насіння препаратами на основі *Bradyrhizobium japonicum* є ключовим агрозаходом. Ефективна симбіотична фіксація атмосферного азоту забезпечує рослини значною часткою необхідного азоту, що зменшує потребу у внесенні мінеральних азотних добрив [3].

Дослідження показують, що біологічні препарати сприяють розвитку кореневої системи, збільшують число та загальну масу азотфіксуючих бульбочок, а також підвищують концентрацію білка в насінні. Як наслідок, врожайність сої зростає на 10–30%, залежно від конкретних агрокліматичних умов [4, 5]. Важливо відзначити, що застосування високоактивних штамів інокулянтів залишається ефективним заходом для підвищення продуктивності сої навіть на тих ґрунтах, де вже присутні аборигенні раси ризобій.

Дослідження в умовах Степу України з вивчення ефективності інокуляції сої у 2024–2025 рр. свідчать, що бактеризація насіння сорту Ранок біопрепаратом Біо-Мінераліс за різних норм висіву сприяла збільшенню схожості насіння на 3,1–4,9 %, виживання рослин протягом вегетації на 1,7–2,5%. У фазі цвітіння маса рослин збільшувалась відносно контролю на 2,5–3,9 г, висота рослин на 2,8–3,4 см, площа листя однієї рослини – на 56–82 см². Виявлено, що кількість бульбочок збільшувалась на 8,5–12,4 шт., що підтверджує високу ефективність проведеної інокуляції для стимуляції процесу біологічної фіксації азоту в кореневій системі сої. Інокуляція також сприяла підвищенню елементів структури врожаю. Так, кількість бобів зростала на 2,8–4,1 шт., кількість насіння – на 5,8–8,9 шт., маса насіння – на 0,45–0,68 г. Підвищення врожайності становило 1,1–2,1 ц/га, що свідчить про значний економічний ефект від впровадження досліджуваних елементів технології та доцільність їх застосування у виробничих умовах.

Список використаних джерел

1. Мостов'як І. І., Кравченко О. В. Формування фотосинтетичної продуктивності посівів сої за використання різних видів фунгіцидів та інокулянта у Правобережному лісостепу України. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2018. № 2. С. 21–24.
2. Губенко Л. В., Голодна А. В., Ремез Г. Г. Вплив мінеральних добрив та бактеріальних препаратів на урожайність та якість насіння сої. Науковотехнічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2019. Вип. 27. С. 89–96.
3. Тимчук В. М., Цехмейструк М. Г., Матвієць В. Г. Соє в системі стандартизованих сировинних ресурсів і трансферу цілісних технологій. Вісник аграрної науки. 2016. № 2. С. 42–47.
4. Бунчак О. М. Економічна ефективність застосування органічних добрив із збалансованим умістом тривалентного хрому в технології вирощування сої. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2017. Вип. 27. С. 240–245.
5. Боровик В. О., Біднина І. О., Біляєва І. М., Шкода О. А. Мікродобриво як фактор прискорення зростання та розвитку рослин на посівах нових сортів сої в умовах зрошення. Аграрні інновації. 2020. № 2. С. 89–95.

УДОСКОНАЛЕННЯ СЕПАРАТОРА ГРАВІТАЦІЙНОГО ТИПУ

Д. Петренко, к.т.н., доцент;

Я. Слюсарев, студент,

Центральноукраїнський національний технічний університет

Традиційні зерноочисні машини переважно використовують решітні робочі органи з активним приводом. Їхня конструктивна складність негативно впливає на процес очищення, знижує експлуатаційну надійність та спричиняє невиправдані енергетичні втрати – як на етапі виробництва, так і під час безпосередньої роботи [1, 2].

Водночас, розроблено гравітаційні зерноочисні машини [3, 5], де зерновий матеріал переміщується самопливом по стаціонарно закріплених решетах. Принцип роботи цього типу машин (рис. 1) наступний.

Сировина потрапляє у завантажувальний бункер 1 і під дією сили тяжіння спрямовується на суцільну скатну поверхню – відбивач. Зернові частки, скочуючись, потрапляють на перше решето 3, розмір зазору якого обраний так, щоб дрібніші фракції могли безперешкодно пройти. Частина цього проходу виділяється на скатній поверхні 5 та решеті 3, надходить на дефлектор 6 і виводиться через спеціальний бічний патрубок. Решта матеріалу продовжує свій рух під дією гравітації, сходячи по решету на другу скатну поверхню 4, розташовану протилежно.

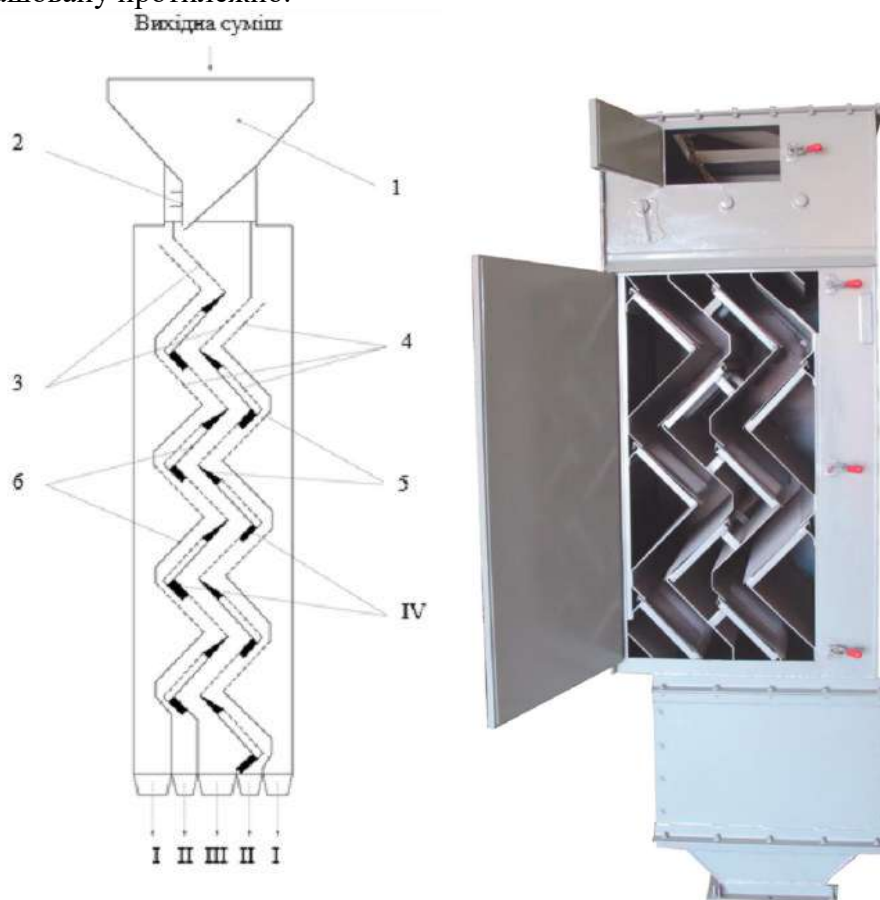


Рис. 1. Схематичне зображення та загальний вигляд гравітаційного сепаратора [5]

1 – накопичувальний бункер; 2 – регульовальна заслінка подачі; 3 – сепарувальні колосові решета; 4 – сепарувальні підсівні решета; 5 – відбивачі; 6 – дефлектори; I, II, III, IV – патрубки вивідні.

Поділ фракцій відбувається каскадно: зерновий матеріал продовжує рух, потрапляючи з першого відбивача на друге решето (рис. 2), процес повторюється на третьому відбивачі і наступному решеті, і так далі – аж до останнього. Повнота виділення дрібних (проходових) фракцій безпосередньо залежить від кількості цих послідовно встановлених решіт і скатних поверхонь у машині.

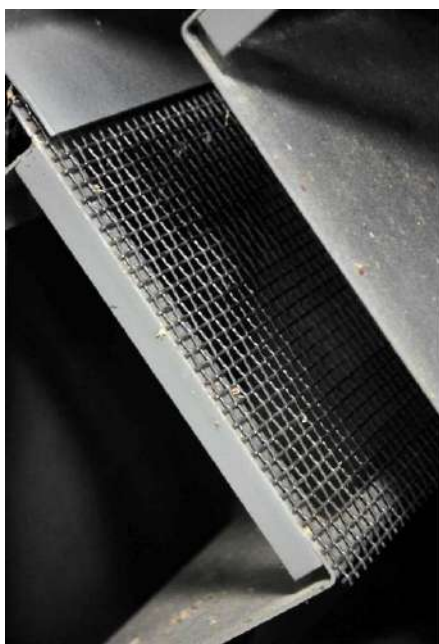


Рис. 2. Решето центрального каналу сепаратора MAGIK KLEENER

З метою мінімізації експлуатаційних витрат та підвищення функціональності гравітаційної зерноочисної машини, ми пропонуємо їй докорінну модернізацію. Це передбачає оновлення сепаруючого модуля та інтеграцію повноцінної системи аспірації (рис. 3). Модернізований сепаруючий модуль має інноваційну будову: він складається з центрального та двох паралельних бічних зигзагоподібних каналів, утворених каскадом решіт. Додатково впроваджена система аспірації, яка включає відцентровий вентилятор, електропривод та пилоочисник.

Центральний зигзагоподібний канал призначений для первинного виділення великих домішок. Бічні зигзагоподібні канали забезпечують точне відокремлення дрібних домішок. Аспіраційна система ефективно усуває легкі домішки із зернової маси.

Запропоновані зміни потребують обґрунтування параметрів і режимів роботи оновленого сепаратора при очищенні важкосепаруємих зернових сумішей, для чого проведено теоретичне моделювання взаємодії зерноsumіші з повітряним потоком.

У процесі розділення зерноsumіші за аеродинамічними властивостями основним фактором є взаємодія частинок із повітряним потоком, який рухається назустріч зерновому потоку в системі зигзагоподібних каналів сепаратора.

Легкі домішки мають меншу густину та більшу аеродинамічну площу, тому сила опору повітря для них суттєво перевищує вагу частинки, що забезпечує їх винесення потоком. Основне зерно, навпаки, має більшу масу та інерцію, тому проходить каскади донизу.

За результатами моделювання отримано параметричні залежності, які потребували виконання чисельного моделювання.

Алгоритм чисельного моделювання передбачав наступне [8-13]:

1. Визначення розподілів розмірів діаметрів d , форм та щільностей ρ_p часток фракцій.
2. Вибір відповідної моделі опору (лінійна для дрібних частинок / малих Re , квадратична для більших частинок).

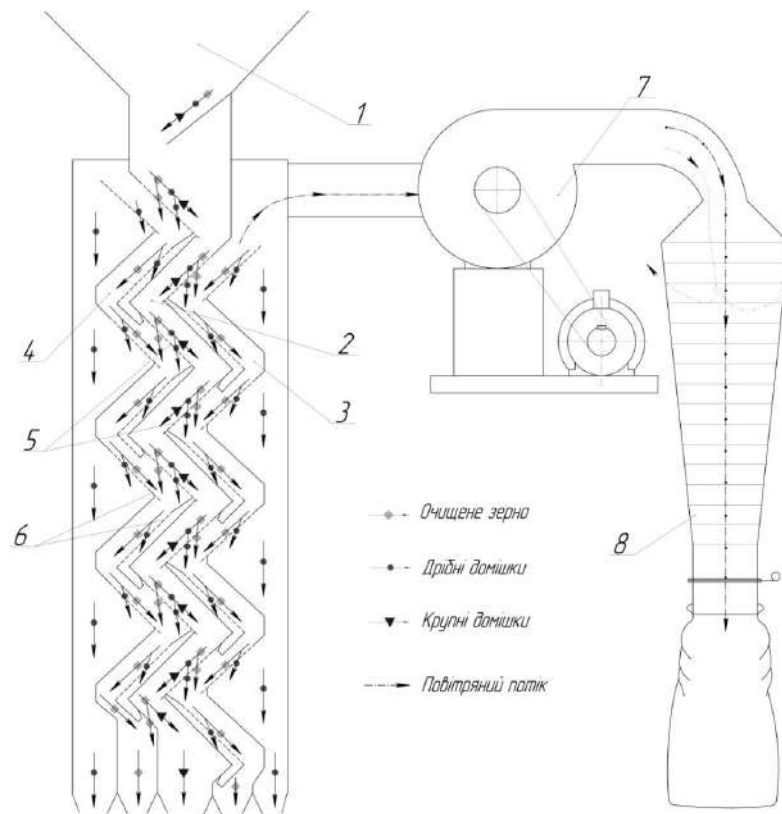


Рис. 3. Гіпотетична схема гравітаційного аспіратора

1 – бункер; 2 – центральний канал; 3, 4 – бічні канали; 5 – решета колосового типу; 6 – решета підсівного типу; 7 – джерело повітряного потоку; 8 – пилоочисна система.

3. Розрахунок часу релаксації (час релаксації швидкості частинки до поля) $\tau_p = m / \kappa$ (лінійна модель) або використання формул для квадратичного опору

$\frac{1}{2} C_d \rho_a A v_i^2 = mg$ і знаходження критичної швидкості потоку повітря U .

4. Оцінка $T_{res} \approx \frac{H}{|\bar{v}_x|}$ (якщо під час T_{res} частинка здатна набрати позитивне x -

зміщення (вгору), вона буде виноситися – тобто чим більша висота H , тим більше шансів, що легка домішка буде захоплена повітряним потоком (за умови малого τ_p) і порівняння з часом релаксації τ_p .

5. Для точних траєкторій і для геометрії зигзаг-каскадів проведення чисельної інтеграції рівнянь полем $u(r)$, яке моделює локальні збільшення швидкості біля щілин решіт і турбулентні флуктуації.

Проведено побудову ілюстративної схеми та траєкторій для трьох умовних типів частинок (легка домішка, дрібне зерно, основне зерно) у наближенні лінійного опору з однорідним повітряним потоком U (рис. 4).

На графіку (рис. 4) видно три ключові тенденції:

1. Легка фракція (домішки) – вже при $U=3$ м/с спостерігається майже повний винос ($\approx 90\%$), при збільшенні швидкості повітряного потоку – ефективність прямує до 100%. Це характерно через малу густину та низьку інерцію – легкі часточки швидко набувають швидкість повітряного потоку.

2. Легке зерно – при $U=3$ м/с маємо приблизно 50 % ймовірності виносу, а при $U=5$ м/с спостерігається різке зростання ефективності (траєкторії стають більш чутливим до потоку). За швидкості потоку повітря $U=7$ м/с маємо майже повний винос, що погіршує сепарацію, бо легке насіння може потрапити в домішки.

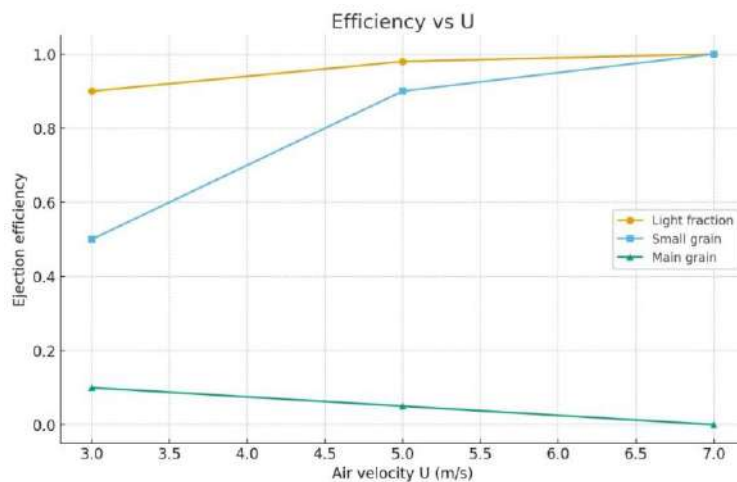


Рис. 4. Узагальнена залежність ефективності «виносу» трьох фракцій при зміні швидкості повітряного потоку $U=3$ м/с; 5 м/с; 7 м/с.

3. Основне зерно – дуже низька ефективність виносу при всіх швидкостях. Із зростанням U ця фракція лише ще краще відокремлюється (практично нульовий винос при 7 м/с). Це відповідає високій інерції.

Загальний висновок – для якісного відділення легких домішок достатньо швидкості повітряного потоку $U \approx 4...5$ м/с, збільшення понад вказаний діапазон призводить до того, що дрібне насіння починає неконтрольовано вилітати в «легку» фракцію, тобто існує ризик втрат.

Список використаних джерел

1. Areas of improvement of feeding devices for pneumatic separation channels / O. Nesterenko, O. Vasylykovskiy, R. Kisilov. Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences. 2023. Col.7(38), Part II – S. 90-97. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).2.90-97](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).2.90-97).
2. Тенденції розвитку конструкцій машин та обладнання для очищення і сортування зерно матеріалів / Б. І. Котов, С. П. Степаненко, М. Г. Пастушенко. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Кіровоград. 2003. Вип. 33. С. 53-61.
3. Стаценко Д.І. Куянов Ю.Ю., Кошулько В.С., Олексієнко В.О., Сепарування зернових сумішей з використанням сил гравітації / Збірник наукових праць магістрантів та студентів. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. С. 69-70.
4. Степаненко С. П. Механіко-технологічне обґрунтування процесів і обладнання безрешітного фракціонування зернових матеріалів: дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.11. Глеваха. 2020. 362 с.
5. Голячук С.Є. Сепарування зернових мас з використанням сил гравітації / С.Є. Голячук // Міжвузівський збірник "НАУКОВІ НОТАТКИ". Луцьк, 2012. Випуск №39. С. 27-33.
6. Shevchenko, I., Aliiev, E. (2018). Study of the process of calibration of confectionery sunflower seeds. Food Science and Technology. Volume 12, Issue 4. P. 135-142.
7. Моделювання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (очищення, сепарація, сушіння, активне вентилявання, охолодження) : колект. монографія / Котов Б. І. та ін.; Нац. акад. аграр. наук України, Нац. наук. центр "Ін-т механізації та електрифікації сіл. госп-ва". Київ; Ніжин : Лисенко М. М. [вид.], 2017. 551 с.
8. Алієв, Е.Б.. Фізико-математичні моделі процесів прецизійної сепарації насінневого матеріалу соняшнику: монографія. Запоріжжя: СТАТУС, 2019. 196 С.
9. Modeling of aerodynamic separation of preliminarily stratified grain mixture in vertical pneumatic separation duct / S. Kharchenko et al. Applied Sciences. 2021. Vol. 11, no. 10. P. 4383. DOI: <https://doi.org/10.3390/app11104383>.
10. The mathematical modeling of changes in grain moisture and heat loss on adsorption drying from parameters of grain dryer / I.L. Rogovskii, S.P. Stepanenko, A.V. Novitskii, V.I. Rebenko. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 13. pp.1-7.
11. Аналіз одношарового руху зернового матеріалу у вертикальному пневмосепараційному каналі / О. В. Нестеренко, О. М. Васильковський, Р. В. Кісільов, В. М. Сало. Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник: технічні науки». Кропивницький : ЦНТУ, 2024. Вип. 9(40). Ч. 2. С. 31-40. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).2.31-40](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).2.31-40)
12. Nesterenko, A.V., Leshchenko, S.M., Vasylykovskiy, O.M., Petrenko, D.I. Analytical assessment of the pneumatic separation quality in the process of grain multilayer feeding. INMATEH - Agricultural Engineering. 2017. No.53(3). Pp. 65-70.
13. Алієв Е.Б. Чисельне моделювання процесів агропромислового виробництва : підручник. Київ : Аграрна наука, 2023. 340 с. DOI: 10.31073/978-966-540-584-9.

ОБґРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВИСІВНОЇ СИСТЕМИ ПНЕВМОМЕХАНІЧНОГО ТИПУ

Д. Петренко, к.т.н., доцент;

С. Котан, студентка,

Центральноукраїнський національний технічний університет

Критичний огляд наукових досліджень конструкцій пневмомеханічних висівних апаратів [1-7] підтверджує, що якість їхньої роботи залежить не лише від загальної конструкції диска, але й від форми та параметрів дозуючих отворів. Саме ці отвори у взаємодії з параметрами пневмосистеми відповідають за захоплення насіння у забірній камері та його винесення до зони скидання.

Аналізуючи роботу пневмомеханічних висівних апаратів [2-4] вдалось виявити основну причину неякісного дозування – вона полягає в перешкодах для надійного присмоктування насінини до отвору та її гарантованого винесення з насінневої камери, зокрема з наступних причин:

1. Нерівномірне розташування – для ефективного захоплення насінини повинна бути розташована майже ідеально відносно отвору;

2. Тиск від сусідніх насінин – насінини, що знаходяться поруч із тією, яку потрібно винести, чинять на неї тиск, що заважає надійному присмоктуванню.

Ці проблеми часто змушують підвищувати величину вакууму. Однак це, у свою чергу, призводить до захоплення одним отвором кількох насінин, тобто утворення небажаних «двійників».

Для вирішення проблеми неякісного дозування, пов'язаної з недостатньо надійним захопленням насіння та утворенням «двійників», науковцями кафедри СГМ ЦНТУ було запропоновано впровадження додаткового елемента у конструкцію висівного апарата [3-5]. Запропоноване інноваційне рішення передбачає застосування додаткового диска, по периферії якого концентрично розташовані напівотвори визначеного діаметра (рис. 1).

Використання такого додаткового диска дозволяє створити механічний підпір для тієї насінини, яка вже присмокталася до основного дозуючого отвору. Цей підпір компенсує недоліки низького вакууму та тиск сусідніх насінин. Завдяки формуванню надійного підпору, відпадає необхідність у необґрунтованому підвищенні величини вакууму в системі. Це, своєю чергою, ефективно усуває ключову проблему – утворення «двійників», забезпечуючи стабільно точне дозування насіння.

Нами пропонується виконати отвори додаткового диска (рис. 2) оригінальної конструкції, що передбачає формування основи діаметром d , величина якого більша за середню величину $d_{ум}$ насінин в межах 1,2...1,3 рази, з фаскою в напрямку обертання диску, що додатково сприятиме спрямуванню насінини до отвору основного дозуючого диску.

Це конструктивне рішення вирізняється простотою інтеграції: його можна безпосередньо встановити на серійний висівний апарат, не потребуючи жодних додаткових модифікацій. За своєю функціональністю запропонований апарат є аналогічним серійним моделям, зокрема типу УПС.

Для верифікації гіпотези та точного встановлення раціональних робочих режимів дозуючої системи, було запрограмовано і проведено експериментальні дослідження з використанням як стандартного [8-17], так і спеціально створеного обладнання.

Отримані результати (рис. 3) дозволяють сформулювати ключові висновки щодо динаміки роботи висівного апарату.

Було встановлено, що збільшення частоти обертання диска в поєднанні зі зниженням розрідження у вакуумній камері критично збільшує кількість пропусків у висіві. Це явище

має подвійну природу – зростання обертів спричиняє збільшення інерційних сил, які відривають насіння від отворів, тоді як послаблення вакууму зменшує силу притискання. Отже, насінина не втримується в дозуючому отворі.

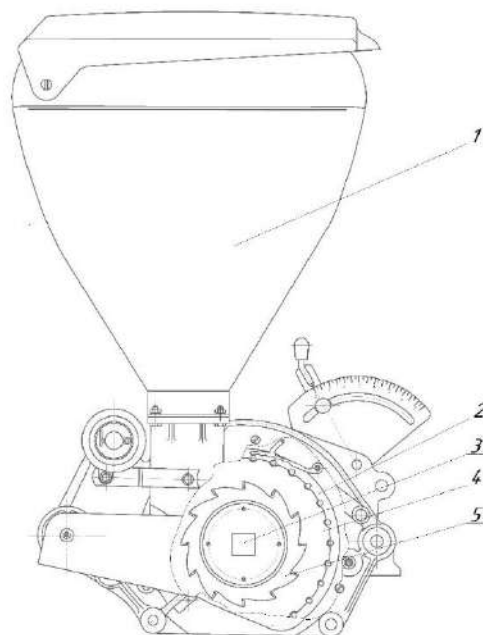


Рис.1. Конструктивне виконання дозуючого апарату з додатковим диском:
1 – накопичувальний бункер; 2 – головний диск дозування; 3 – вал; 4 – додатковий диск підпору; 5 – ворушилка.

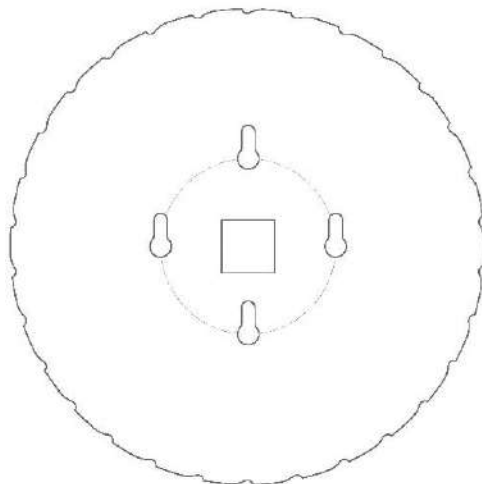


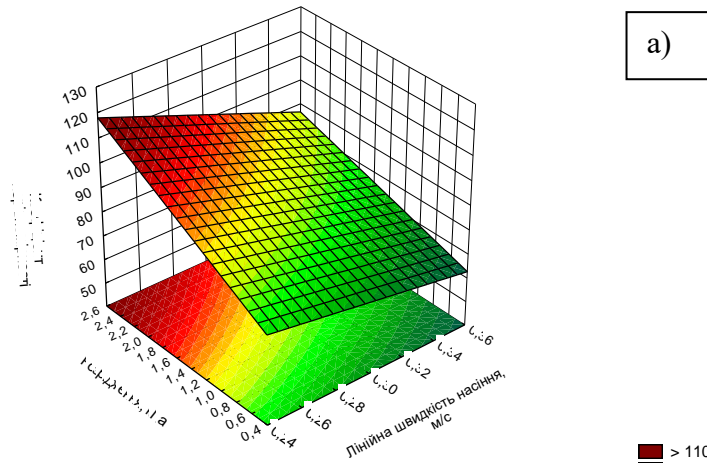
Рис. 2. Оригінальна конструкція додаткового диска

Натомість присутній і ризик формування подвійного висіву – надмірне збільшення розрідження провокує небажане подвійне присмоктування насіння. Це відбувається через формування «надлишкової» зони дії вакууму, яка захоплює не лише цільову насінину, але й сусідні.

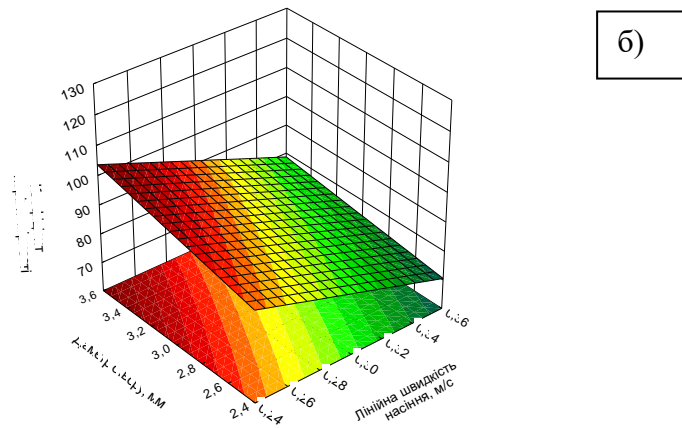
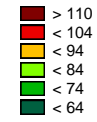
Діаметр отворів, який має корелювати з геометричними розмірами насіння, при його зменшенні знижує площу контакту з насінною. Це погіршує якість присмоктування і призводить до виникнення пропусків.

За результатами експериментів встановлено, що оптимальна стабільність присмоктування насіння (на прикладі сої) досягається при наступній комбінації параметрів:

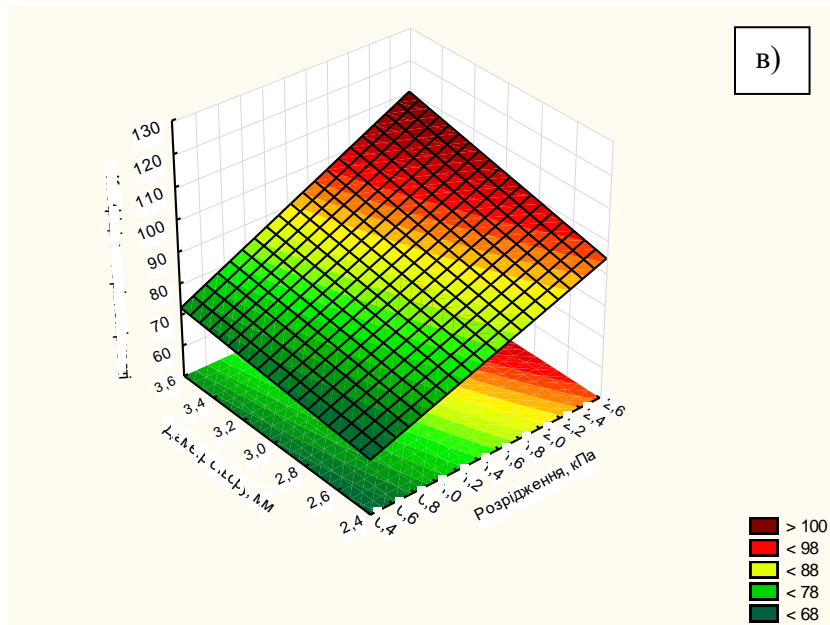
- оберти висівного диска: 32...36 об/хв (еквівалент лінійної швидкості 0,28...0,38 м/с);
- рівень розрідження: 1,2...1,6 кПа;
- діаметр дозуючих отворів: 2,8...3,0 мм.



a)



б)



в)

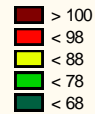


Рис. 3. Візуалізація графічних залежностей відгук критерію оптимізації процесу дозування запропонованим методом:

а) $\Phi_T^i = f(n_d(V_d), P_B)$; б) $\Phi_T^i = f(n_d(V_d), d_{отв})$; в) $\Phi_T^i = f(P_B, d_{отв})$

На основі цих числових значень можливо проведення комплексного інженерного обґрунтування параметрів висівної системи пневмомеханічного апарата.

Список використаних джерел

1. Машини для сівби, садіння та догляду за посівами : навч. посіб. / В. Сало, С. Лещенко, П. Лузан, Л. Сало. Кропивницький : Лисенко В.Ф., 2022. 220 с.
2. Амосов В.В. Обґрунтування параметрів універсального висівного апарата для просапних культур. Дис. на здобуття ступеня канд. техн. наук: 05.05.11 / КНТУ. – Кіровоград, 2007. – 131 с.
3. Васильковська К.В. Системний аналіз конструкцій пневмомеханічних висівних апаратів для точного висіву насіння просапних культур. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. № 48. Кропивницький: ЦНТУ. 2018. С. 22-35.
4. K.V. Vasytkovska, O.M. Vasytkovskyi, M.O. Sviren, G.A Kulik. Analysis of the works performed by pneumatic and mechanical seeding device without using vacuum // INMATEH - Agricultural Engineering – Romania, Bucharest: INMA. Vol. 56, No.3. 2018, 25-30. URL: <http://oaji.net/articles/2019/1672-1546466127.pdf>
5. Vasytkovska K., Vasytkovskyi O., Leshchenko S., Sviren M., Moroz M. Identification of parameters of pneumatic and mechanical seeding device under the influence of vacuum // Bulgarian Journal of Agricultural Science, 2020 25(5). 2020, 1091-1094. URL: <https://www.agrojournal.org/26/05-25.html>.
6. Черновол М. І., Свірень М.О., Амосов В.В. Моделювання процесу однозернового дозування вакуумним пневмомеханічним висівним апаратом. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. 2021. Вип. 51. С. 117-125. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/11901>.
7. Artemenko D., Onopa V. Experimental researches of a precision seed drills coulter equipped with a disk seedbed former. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин / ЦНТУ, Вип. 49, 2019 – С. 10-18.
8. Васильковський О., Лещенко С., Васильковська К., Петренко Д. Основи наукових досліджень. Перші наукові кроки. : навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Харків : Мачулін, 2019. 164 с.
9. Абрамова В.В. Удосконалення конструкції пневмомеханічного висівного апарата / В.В. Абрамова, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, Т.Г. Сабірзянов, М. М. Шокін // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград. - 2012. - Вип. 42 (1). - С.34-38.
10. Абрамова В.В. Удосконалення конструкції пневмомеханічного висівного апарата / В. В. Абрамова, О. М. Васильковський, М. М. Шокін. // Збірник наукових праць Луцького національного технічного університету: Сільськогосподарські машини, ЛНТУ, Луцьк. - 2013. - Вип. 24. - С. 3-9.
11. Абрамова, В. В. Дослідження пневмомеханічного висівного апарата з додатковим диском [Текст] / В. В. Абрамова, О. М. Васильковський, К. В. Васильковська // Збірник наукових праць Луцького національного технічного університету: Сільськогосподарські машини, ЛНТУ, Луцьк. - 2015. - Вип. 32. – С. 3-9.
12. Васильковський О.М. Експериментальні дослідження пневмомеханічного висівного апарата для висіву насіння просапних культур / О.М. Васильковський, В.В. Абрамова, К.В. Васильковська, Д.І. Петренко // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету: Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. вип. 27 – Кіровоград, КНТУ, 2014. – С. 161-167.
13. Абрамова В.В. Підвищення ефективності посіву просапних культур / В.В. Абрамова, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко // Матеріали XIII міжн. наук. конф. «Сучасні проблеми землеробської механіки». – Вінниця: ВНАУ. – 2012. С. 55-56.
14. Васильковський О.М. Передумови вдосконалення пневмомеханічного висівного апарата / О.М. Васильковський, В.В. Абрамова // IX Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». – Кіровоград: КНТУ, – 2013. С. 73-75.
15. Абрамова, В. В. Дослідження пневмомеханічного висівного апарата з додатковим диском [Текст] / В. В. Абрамова, О. М. Васильковський, К. В. Васильковська, // Матеріали науково-практичної конференції «Інноваційні технології в АПК», Луцьк: ЛНТУ – 2015. – С. 3-5.
16. Абрамова, В. В. Дослідження пневмомеханічного висівного апарата з додатковим диском [Електронний ресурс] / В.В. Абрамова, О.М. Васильковський // Матеріали XI Міжнародної науково-практичній конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». – Кропивницький: ЦНТУ. – 2017. С. 319-321. Режим доступу: http://www.kntu.kr.ua/doc/material_xi.pdf
17. Савченко І., Абрамова В., Васильковський О. Пневмомеханічний висівний апарат з додатковим диском. Матеріали III Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Інновації: теорія і практика». Кропивницький: АПН. 2022. С. 77-78. URL: <https://apn.biz.ua/edition>

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ФАКТОРІВ ТА ПАРАМЕТРІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ПРОЦЕС РОЗПОДІЛУ ЧАСТОК ПО ШИРИНІ ЗАХВАТУ РОБОЧОГО ОРГАНА

Р. Москальченко, аспірант;

Д. Жук, аспірант;

В. Дейкун, к.т.н., доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Розподіл часток матеріалу, що розсівається на поверхні ґрунту в підлаповому просторі, після їх відбиття від поверхні розподільного пристрою, в значній мірі залежить від ряду значимих факторів.

Внутрішньогрунтовий спосіб внесення добрив дозволяє більш раціонально використовувати задані дози мінеральних добрив, що знижує загальні витрати на виробництво продукції рослинництва, а суцільний посів, в свою чергу, дозволяє створити висіяним насінинам кращі умови для проростання та розвитку за рахунок створення зони індивідуального живлення. Застосування таких технологій стримується відсутністю відповідного технічного забезпечення. Тому обґрунтування параметрів комбінованого робочого органа для внутрішньогрунтового внесення мінеральних добрив чи сівби є актуальною науково-практичною задачею.

Для підвищення рівномірності розподілу часток по площі в підлаповому просторі стрілкової лапи на кафедрі сільськогосподарського машинобудування Центральноукраїнського національного технічного університету розроблено лабораторне обладнання для встановлення впливових факторів та дослідження режимів і параметрів дослідного зразка запропонованого комбінованого знаряддя.

Для встановлення характеру впливу швидкості $V_{над}$ часток на виході з напрямника, висоти розташування розподільника над поверхнею нижнього обрізу лапи h , кута нахилу ребра призми φ та кута між її гранями Θ на дальність поперечного польоту l_n^n основної маси часток та рівномірність їх розподілу по конструктивній ширині захвату робочого органа використовували спеціальне лабораторне обладнання (рис. 1).

До його складу входить: штатив 1, дозуючий елемент (котушковий висівний апарат) 2, напрямник 3 для забезпечення транспортування часток до точки їх сходу, культиваторна лапа 4 зі стояком 5 та закріпленим на ньому розподільником 6. На площині нижнього обрізу лапи розміщується протвень 7 з вісьмома секторами шириною 4 см кожен.

Дослідження проводили відповідно до методики планування експерименту. Досліди проводились з використанням гранульованого суперфосфату. Послідовність виконання була наступною. В бункер з дозуючим елементом засипалася порція гранульованих добрив. Після приведення в дію котушки висівного апарату гранули добрив проходили шлях: напрямник, розподільник і потрапляли в протвень (рис. 2). Після цього добрива, які потрапляли в різні сектори протвеня, зважувалися окремо і результати заносилися в журнал.

Згідно з обраною гіпотезою забезпечення рівномірності розподілу часток по ширині захвату робочого органа на даному етапі експериментальних досліджень інтерес представляли два проміжних параметри – дальність поперечного польоту часток l_n^n та концентрація основної їх маси M на даній відстані від осі робочого органа. Реалізація матриці центрального композиційного плану 2^4 + зіркові точки дозволила встановити вплив основних факторів – швидкості польоту часток на виході з напрямника $V_{над}$, кута

нахилу ребра призми розподільника відносно горизонтальної площини φ° , кута між гранями призми θ° , висоти поверхні відбивання відносно дна борозни h ,) на критерії оптимізації.

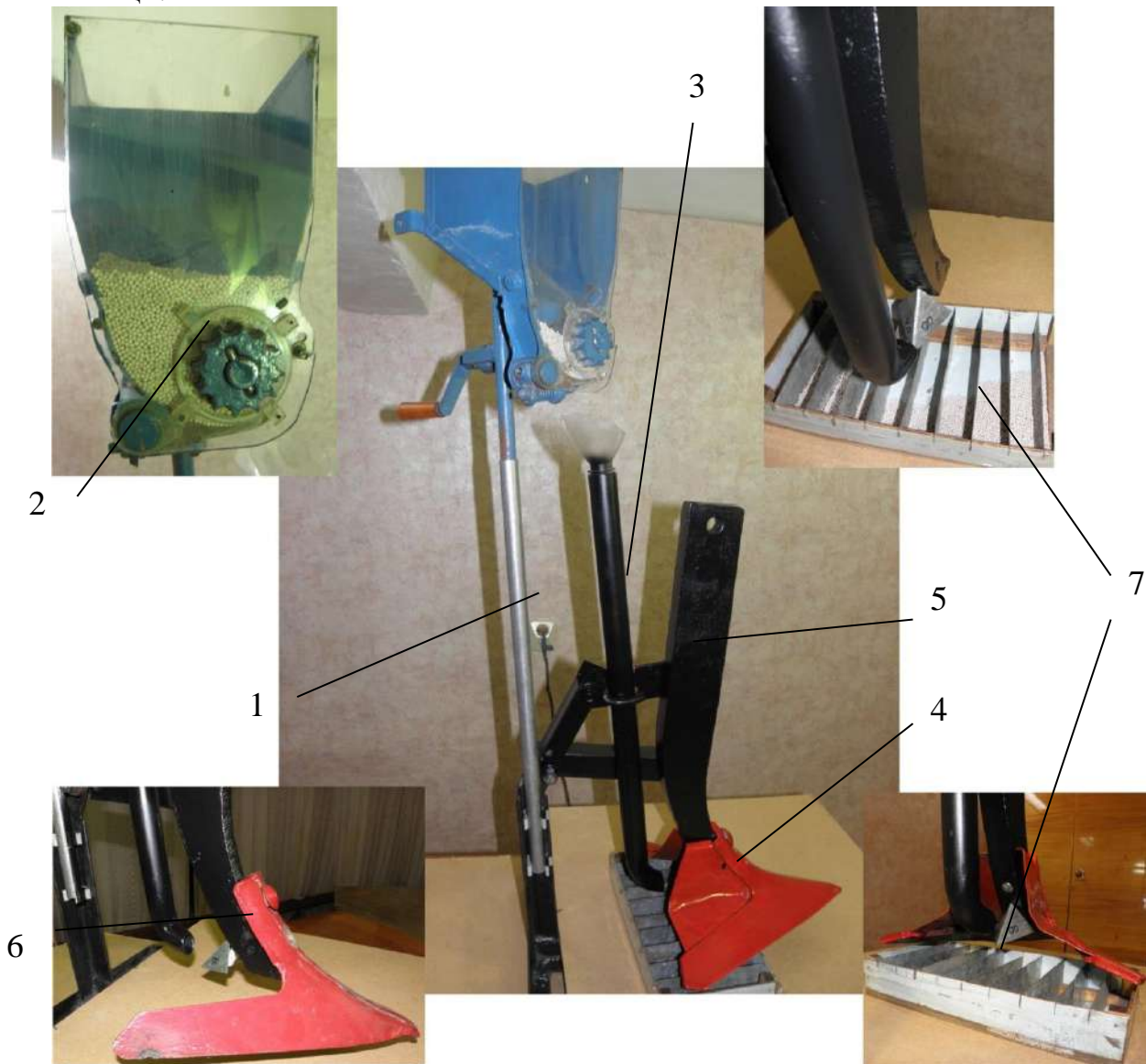


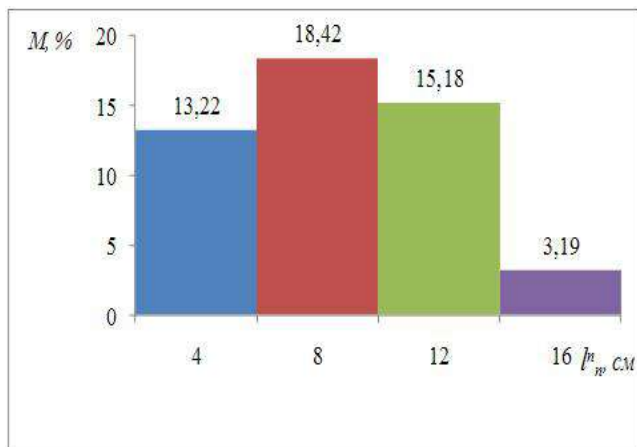
Рис. 1. Лабораторне обладнання для дослідження процесу розподілу часток по конструктивній ширині захвату робочого органа.



Рис. 2. Розподіл добрив по секторах протвєня.

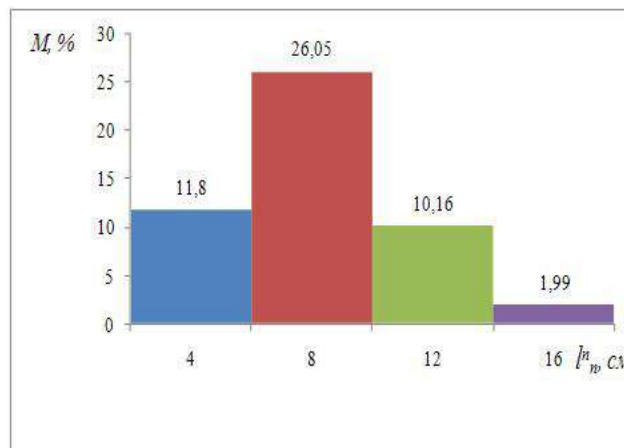
Необхідно зазначити, що вибрана схема подачі добрив у підлаповий простір та конструкція розподільника не дозволяють сформувати максимальну концентрацію матеріалу по центру робочого органа (рис. 3). Даний факт є більш позитивом ніж недоліком при підтвердженні правильності обраної гіпотези забезпечення заданої рівномірності розподілу добрив у ґрунті по ширині захвату робочого органа.

$V=1,5 \text{ м/с}; \varphi=34,1^\circ; \Theta=75^\circ; h=0,05\text{м}$



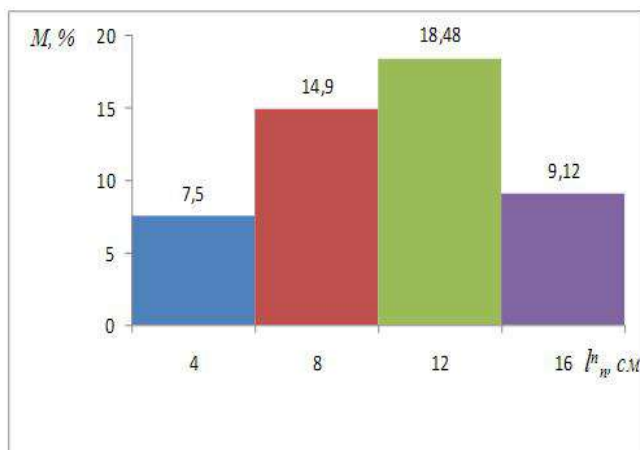
а

$V= 1,5 \text{ м/с}; \varphi=65^\circ; \Theta= 23,6^\circ; h = ,05\text{м}$



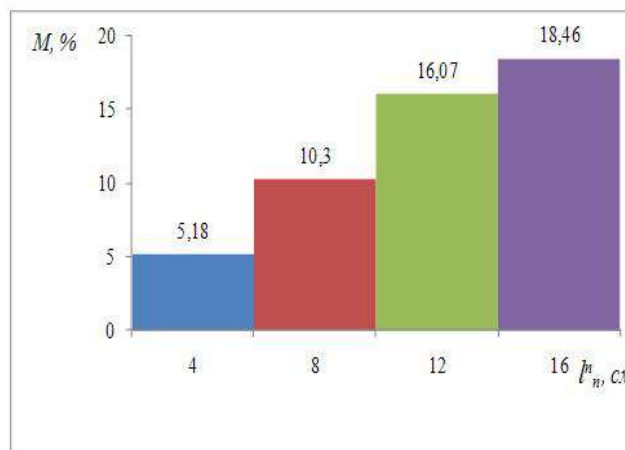
б

$V=1,5 \text{ м/с}; \varphi=65^\circ; \Theta=75^\circ; h=0,05 \text{ м}$



в

$V=1,5 \text{ м/с}; \varphi=80^\circ; \Theta=100^\circ; h=0,05 \text{ м}$



г

Рис. 3. Варіанти розподілу часток по ширині захвату робочого органа відносно його осі при різних значеннях впливових факторів.

Вплив окремих факторів на критерій оптимізації має одну характерну особливість – наявність екстремуму. Дальність поперечного польоту часток l_n^r зростає до максимальних значень при швидкості на виході з напрямника $1,0 \dots 1,2 \text{ м/с}$, а потім поступово знижується, в той же час показник концентрації M при даних швидкостях є мінімальним.

Зниження дальності польоту часток зі збільшенням швидкості $V_{\text{над}}$ пояснюється їх перерозподілом в результаті зіткнення з внутрішньою поверхнею ґрунтообробного робочого органа.

Максимальної дальності поперечного польоту часток l_n^r можна досягти при куті

нахилу ребра призми розподільника відносно горизонту в межах $70...80^\circ$, показник концентрації часток в певній зоні підлапового простору M також є змінним – мінімальне його значення знаходиться при куті $\varphi = 65...70^\circ$.

Значний вплив на дальність поперечного польоту основної маси гранул l_n^n має кут розхилу граней призми розподільника Θ . Так, показник l_n^n досягає максимуму при куті $\Theta = 95...100^\circ$, а потім дещо знижується. При цьому концентрація добрив M також змінюється, і при $\Theta \approx 23^\circ$ показник M є максимальним, при $\Theta = 100^\circ$ – мінімальним.

Висота розташування призми розподільника відносно дна борозни також суттєво впливає на дальність поперечного польоту l_n^n часток та їх концентрацію M . Так, дальність поперечного польоту досягає максимуму при $h = 4,5...5,0$ см, після чого знижується, а концентрація добрив при таких же значеннях h є мінімальною і зростає, досягаючи максимуму при $h = 7,0$ см.

В даному випадку, значення дальності поперечного польоту часток також пояснюється процесом перерозподілу в результаті контакту з тильною стороною робочого органа. Частки відбиваються від поверхні і спрямовуються на горизонтальну площину на відстані, меншій ніж вони можуть пролетіти при оптимальній траєкторії, яка проходить між внутрішньою поверхнею робочого органа та площиною його нижнього обрізу чи дном борозни.

Аналіз отриманих залежностей дозволяє відмітити, що як для дальності поперечного польоту часток в підлаповому просторі встановлюються критерії оптимізації: $Y_1(l_n^n)$ так і для показника концентрації та $Y_2(M)$, раціональні значення кута нахилу ребра призми розподільника відносно горизонтальної площини становить $x_2(\varphi)=75...80^\circ$, при цьому кут між гранями призми (розподільника) $x_3(\Theta)$ становить 100° . Наведені показники попарного впливу підтверджуються отриманими при проведенні експериментів результатами.

Список використаних джерел

1. Dowell F.E. No-till drill design for atrazine treated soils / F.E. Dowell, J.B. Solie, T.F. Peeper // Trans. ASAE. St. Joseph, Mich. – 1986. – Vol. 29, X26. – P. 1554-1560.
2. Koolen A.J. Soil loosening processes in tillage. Analysis and predictability. Tillage Laboratory Agriculture University Wageningen, Netherlands, 1977.
3. Дейкун В.А. Аналіз дальності польоту часток мінеральних добрив у підлаповому просторі / В.А. Дейкун, В.М. Сало, В.В. Гончаров. Motrol // Motorizacja i energetyka rolnictwa, Lublin, 2012, Tom 14 A. – P. 177-179.
4. Дейкун В.А. Аналіз способів внесення мінеральних добрив / В.А. Дейкун, В.М. Сало, О.М. Васильковський // Наукові записки. – Вип. 5. – Кіровоград, КНТУ, 2004. – С. 12-15.
5. Дейкун В.А. Вплив конструктивних параметрів тукопровода на швидкість потоку гранул добрив / В.А. Дейкун, В.М. Сало, С.Я. Гончарова // Електронний збірник – К: Збірник праць НУБІП, 2012. – http://archive.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012_7/12svm.pdf.
6. Дейкун, В. А. Визначення початкової швидкості руху часток добрив в місці їх виходу з туконапрямника / В.А. Дейкун // Розвиток наукових досліджень Матеріали восьмої міжнародної науково-практичної конференції. – Полтава: «ІнтерГрафіка», – 2012. – С. 30-33.
7. Дейкун, В. А. Обґрунтування параметрів робочого органа для внутрішньогрунтового внесення мінеральних добрив: дис. канд. техн. наук: спец. 05.05.11. «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» [Текст] / В. А. Дейкун. – Кіровоград, 2013.
8. Ковбаса, В. П. Визначення умов розсіювання частинок мінеральних добрив у підлаповому просторі / В.П. Ковбаса, В.А. Дейкун. // Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. – Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2008. – №12(2). – С. 180-188
9. Пат. 3724. Робочий орган для локального внесення мінеральних добрив / Дейкун В.А., Сало В.М., Васильковський О. М.; заявник і патентотримач Кіровоградський державний технічний університет. – №2004021299; заявл. 23.02.2004; опубл. 15.12.2004, Бюл. №12.
10. Робочий орган для локального внесення мінеральних добрив чи посіву. Пат. 129713 Україна, А01В 49/06 (2006.01) № u201804789 / Дейкун В.А., Сало В.М., Лещенко С.М., Полухович А.В. // заявл. 02.05.2018; 12.11.2018, бюл. №21/2018.

**ОБҐРУНТОВУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВИСІВНОГО ДИСКА ВИСІВНОГО АПАРАТА
ТОЧНОГО ВИСІВУ ДЛЯ ПОСІВУ НАСІННЯ ГРЕЧКИ**

М. Шевченко, студент;

С. Мороз, к.т.н., доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет

По своїй біології рослини гречки, на відміну від злакових культур, вимагають більшої площі живлення і тому для неї більш підходить широкорядний спосіб посіву. При такому посіві рослини одержують краще освітлення і більше простору для галуження, дають більше суцвіть і врожай, поліпшуються умови запилення квіток комахами.

Гречка не посухостійка рослина, а при широкорядному посіві послаблюється негативний вплив високих температур.

На широкорядних посівів гречки можливе застосування на їх засмічених полях і в посушливі роки міжрядного обробітку, що поліпшує умови для підживлення рослин добривами.

На широкорядних посівах урожай гречки вищий на 6 ц/га. На таких посівах збільшується абсолютна маса насіння на 1,0–1,8 г, вміст білка – на 2,8%. Крім того, в 1,6 рази зменшується норма висіву, що дозволяє економити значну кількість посівного матеріалу.

Для широкорядних посівів гречки звичайно використовують зернові і бурякові сівалки. До переваг зернових сівалок можна віднести: швидкість переводу їх на висів з різними міжряддями, різних норм і різних культур, зручність і простоту їх експлуатації, проте серйозним недоліком зернових сівалок є менш якісний висів та висока нерівномірність розташування насіння як здовж так і по глибині борозни порівняно з буряковими сівалками. Крім того, через різну ширину захвату зернових сівалок і просапних культиваторів ускладнений догляд за рослинами.

В той же час при посіві круп'яних культур буряковими сівалками забезпечується більш якісне загортання насіння в ґрунт і можливість обробки міжрядь буряковими культиваторами без додаткових їх перебудов. В цьому випадку продуктивність агрегатів на посіві і догляді за ними за рахунок більшої ширини захвату зростає в 1,2–1,5 рази.

Тому для посіву гречки широкорядним способом застосовують бурякові сівалки ССТ.

З існуючих конструкцій висівних пристроїв одну з найвищих якостей посіву (рівномірність розподілу насіння вздовж рядка і по глибині) забезпечують вертикально–дисківі висівні апарати.

Їхній недолік полягає у призначенні тільки для висіву насіння буряків цукрових. Тому постає питання підвищення універсальності їх висівних апаратів.

Враховуючи, що агротехніка вирощування насіння буряків цукрових та гречки багато в чому співпадає (глибина загортання, ширина міжрядь, норми висіву та ін.), а строки посіву цих культур не перекриваються, то стає очевидною актуальність проведення досліджень по можливості висіву вертикально–дисківими висівними апаратами бурякових сівалок насіння гречки..

Мета дослідження: підвищення якості роботи сівалки точного висіву шляхом обґрунтування параметрів висівного апарата.

Задачі досліджень:

1. Дослідити процес заповнення групових чарунок насінням.

Об'єкт дослідження: процес роботи висівного апарата сівалки точного висіву.

Предмет дослідження: конструктивні та технологічні параметри висівного апарата сівалки точного висіву.

Час одиничної зустрічі чарунки з центром ваги насіння, протягом якого воно може заповнити чарунку

$$t_1 = \frac{L-r}{v_{\text{від}}}, \quad (1)$$

де $v_{\text{від}}$ – відносна швидкість насіння;
 L – розмір чарунки в напрямку $v_{\text{від}}$;

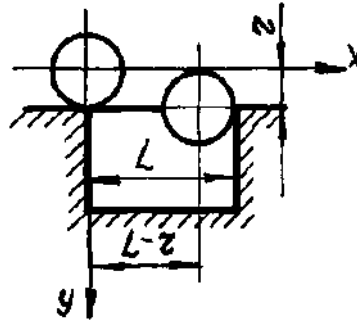


Рис. 1. Схема западання насіння в чарунку

r – середній радіус насіння.

Час, протягом якого чарунка може заповнитися насінням

$$t_c = \frac{R \cdot \Theta}{v_{\text{д}}}, \quad (2)$$

де R – радіус диска;
 Θ – кут дотику диска з насінням;
 $v_{\text{д}}$ – колова швидкість диска.

Число зустрічей чарунки з насінням за час одного оберту диска:

$$K = \frac{t_c}{t_1} = \frac{R \cdot \Theta \cdot v_{\text{від}}}{v_{\text{д}} \cdot (L-r)}. \quad (3)$$

З цієї формули видно, що кількість зустрічей чарунки з насінням залежить від довжини зони заповнення $R\Theta$. Збільшення K сприяє поліпшенню заповнення чарунок насінням, тому зону заповнення завжди прагнуть обирати максимальною.

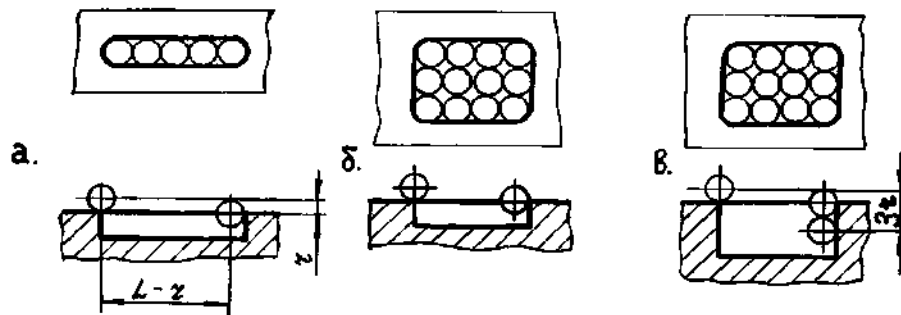


Рис. 2. Схеми розміщення насіння в групових чарунках

а – насіння розташоване в один ряд по ширині і глибині чарунки; б – насіння розташовані по ширині чарунки в декілька рядів, а по глибині один ряд; в – насіння розташоване в декілька рядів і по глибині і по ширині чарунки.

Відомо, що для заповнення насінням чарунок одинарного відбору центр мас насіння повинен пройти шлях:

– в горизонтальному напрямку

$$x = L - r = v_{\text{від}} t \quad (4)$$

– в вертикальному напрямку

$$y = r = \frac{gt^2}{2}, \quad (5)$$

звідки критичне значення відносної швидкості:

$$v_{\text{від}} = (L - r) \sqrt{\frac{g}{2r}}. \quad (6)$$

Для того, щоб насіння верхнього вигляду заповнило чарунку, необхідно, щоб центр мас насіння нижнього ряду (рис. 2.в) пройшов по вертикалі шлях $3r$.

Підставимо це значення в (6) і отримаємо:

$$v_{\text{від}} \leq (L - r) \sqrt{\frac{g}{2r}}. \quad (7)$$

Як видно з цього рівняння допустиме критичне значення відносної швидкості для такої чарунки буде менше ніж для чарунок групового відбору.

В загальному випадку (7) можна записати:

$$v_{\text{від}} \leq (L - r) \sqrt{\frac{g}{2r(m+1)}}, \quad (8)$$

де m – різниця у відстанях, які проходять центрами мас насіння нижнього і верхнього рядів по вертикалі в процесі западання їх в чарунку, виражене в r , для двох рядів $m=2$, для трьох – 4 і т.д.).

Кількість насінин на один погонний метр рядка:

$$N_m = \frac{Q \cdot b}{10^3 q} = \frac{Q \cdot b}{\delta_c}, \quad (9)$$

де Q – норма висіву;
 b – ширина міжряддя;
 q – середня маса одної насінини;
 δ_c – маса 1000 шт. насінин.

Кількість насіння, що висівається диском за одиницю часу:

$$N_1 = \frac{n_c \cdot m^1 \cdot w_g}{2\pi}, \quad (10)$$

де n_c – кількість чарунок на диску;
 m^1 – середня кількість w_g в кожній чарунці (визначається експериментально);

w_g – частота обертання висівного диска, c^{-1} .

Частота обертання приводного колеса:

$$w_k = \frac{2v_c(1-\varepsilon)}{D_k}, \quad (11)$$

де ε – коефіцієнт прослизання приводного колеса.

v_c – поступальна швидкість сівалки;

D_k – діаметр приводного колеса.

Враховуючи, що $w_g/w_k = i$ та приймаючи до уваги (11), отримаємо:

$$w_k = \frac{2v_c(1-\varepsilon)i}{D_k}. \quad (12)$$

Підставивши в (10), отримаємо:

$$N_1 = \frac{n_q \cdot m^1 \cdot v_c(1-\varepsilon)i}{\pi \cdot D_k}. \quad (13)$$

Тоді кількість насіння, висіяного на 1 м рядка, дорівнює:

$$N_1 = \frac{n_q \cdot m^1 \cdot (1-\varepsilon)i}{\pi \cdot D_k}. \quad (14)$$

Прирівнявши рівняння (9) і (13), отримаємо:

$$Q = \frac{n_q \cdot m^1 \cdot (1-\varepsilon)i \cdot \delta_c}{\pi \cdot D_k \cdot b}. \quad (15)$$

Звідки кількість чарунок у висівному диску, необхідна для забезпечення необхідної норми висіву:

$$n_q = \frac{Q \cdot \pi \cdot D_k \cdot b}{m^1 \cdot (1-\varepsilon)i \cdot \delta_c}. \quad (16)$$

Для практичного застосування формули (16) необхідно знати середню кількість насіння m^1 , що знаходиться в кожній чарунці диска. Оскільки величина m^1 залежить від параметрів чарунок, а останні істотно впливають, як показав проведений вище теоретичний аналіз, на якість заповнення чарунок насінням і рівномірність розподілу їх вздовж рядка, то заздалегідь (в процесі проведення експериментальних досліджень) необхідно обґрунтувати параметри чарунок.

Список використаних джерел

1. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
2. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини// За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.
3. Механіко–технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: підручник / [Войтюк Д. Г. та ін.]; за ред. С. С. Яцуна. – [2–ге вид., перероб. і допов.]. – Суми: Сумський нац. аграр. ун–т, 2011. – 444 с.
4. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.: іл.

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОГО СОШНИКА ПРОСАПНОЇ СІВАЛКИ

*М. Дженко, студент;
С. Мороз, к.т.н, доцент*

Центральноукраїнський національний технічний університет

Сьогодні агропромисловий сектор України визначає кукурудзу як одну зі стратегічних культур, що зміцнює експортні можливості держави та гарантує продовольчу безпеку всередині країни. Сучасні гібриди кукурудзи володіють генетичним потенціалом для отримання врожаю 12–15 т/га і більше, однак досягнення таких результатів напряму пов'язане з якістю механізації виробництва, де посів відіграє визначальну роль.

Розвиток механізації аграрного виробництва характеризується переходом від традиційних підходів до технологій точного землеробства. Цей процес зумовлений кліматичними змінами — браком вологи під час проростання та звуженням оптимальних строків проведення посівних робіт. За таких умов посівна секція універсальної просапної сівалки перетворюється на складний технологічний механізм, завдання якого виходить за межі простого дозування насіння — вона повинна створювати оптимальні умови для розвитку кожної окремої рослини.

Дослідження технічного оснащення українських господарств показує, що значна частина посівної техніки не відповідає сучасним вимогам енергоефективності та точності. Класичні механічні висівні системи при збільшенні робочої швидкості не забезпечують потрібної рівномірності розміщення насіння у рядку. Крім того, недосконалість конструкції сошників — нестабільне притискне зусилля та варіативна глибина загортання — спричиняє нерівномірні сходи, що критично впливає на врожайність кукурудзи.

Мета дослідження: підвищення якості роботи універсальної просапної сівалки шляхом обґрунтування параметрів сошника.

Задачі досліджень:

1. Встановити конструктивно-технологічні параметри сошника посівної секції універсальної просапної сівалки.

Об'єкт дослідження: процес роботи посівної секції універсальної просапної сівалки.

Предмет дослідження: конструктивні та технологічні параметри сошника універсальної просапної сівалки.

Рівномірність загортання насіння у ґрунт переважно залежить від конструкції та параметрів сошника.

Основними параметрами сошника є форма та розміри розкриваючого борозну елемента, відстань між щоками сошника, розміри та форма обрізів щік сошника.

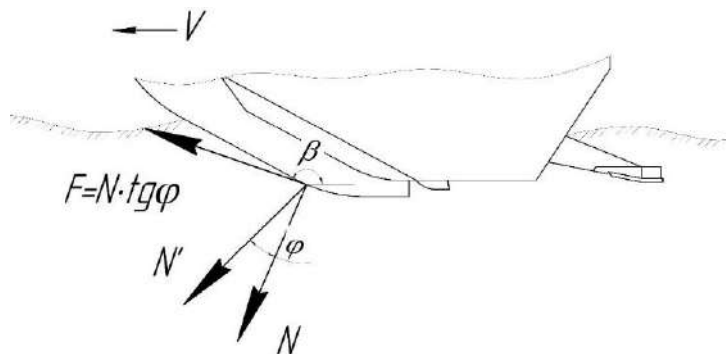


Рис. 1. Схема дії сошника на ґрунт

Найкращі показники поздовжньої рівномірності висівання та найменшу ширину рядка висіяного насіння мають полозоподібні сошники (з тупим кутом входження у ґрунт), гірші анкерні сошники (з гострим кутом входження у ґрунт), сильно розкидають насіння по боках та мають найгірші показники поздовжньої рівномірності висівання дискові сошники.

Проектуючи сошник, необхідно, щоб відстань L (рис. 2) від заданого обрізу щік сошника до задньої крайки наральника була більша за глибину L_0 осипання ґрунту в середину сошника при малих швидкостях руху посівного агрегату.

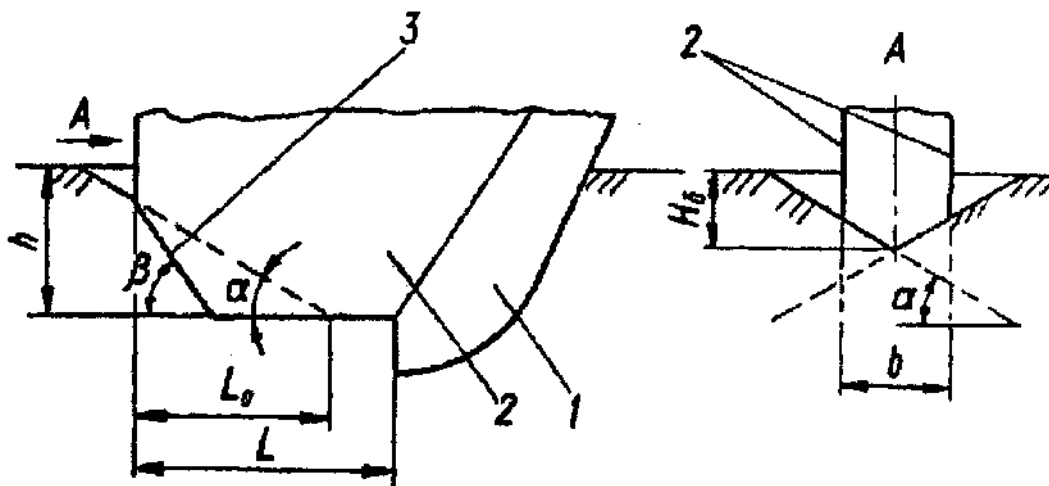


Рис. 2. Характер осипання ґрунту між щоками сошника

Визначимо довжину осипання L_0 ґрунту.

$$L_0 = \frac{h - a \cdot b^n}{\operatorname{tg} \alpha} + 0,5 \cdot b, \quad (1)$$

де h – глибина ходу сошника, $h=30$ мм;
 b – відстань між щоками сошника, $b=18$ мм;
 a та n – експериментальні коефіцієнти, $a=7,245$, $n=0,367$;
 α – кут природного відкосу ґрунту, $\alpha=30^\circ$.

$$L_0 = \frac{30 - 7,245 \cdot 18^{0,367}}{\operatorname{tg} 30^\circ} + 0,5 \cdot 18 = 27,46 \text{ мм.}$$

Нижній обріз щік та наральника сошника відповідно впливає на якість загортання насіння ґрунтом. Насіння може бути загорнене нижніми, більш вологими шарами ґрунту, якщо нижній задній обріз виконано твірною конуса осипання, тобто з нахилом під кутом β , що дорівнює природному куту від укосу ґрунту. Тоді спочатку будуть обсіпатись нижні, більш вологі шари, а потім верхні, які утримувались від осипання верхніми обрізами щік сошника.

Для забезпечення можливості укладання насіння на дно борозни згідно АТВ відстань від заднього обрізу щік до заднього крайка наральника приймаємо рівною 82 мм.

Список використаних джерел

1. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
2. Васильковський О., Лещенко С., Васильковська К., Петренко Д. Основи наукових досліджень. Перші наукові кроки. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. – Харків: Мачулін, 2019. 164 с.

**ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ НА ПРИВОД ПОДРІБНЮЮЧОГО АПАРАТА
КОРМОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА КПИ-2,4**

О. Жеребецький, студент;

С. Мороз, к.т.н, доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет

Сучасні тенденції розвитку агропромислового комплексу характеризуються зростанням масштабів виробництва, підвищенням вимог до якості кормів, скороченням строків виконання польових робіт та зниженням енерго- і трудомісткості технологічних операцій. У цих умовах особливої актуальності набуває вдосконалення машинно-тракторного парку, зокрема кормозбиральних комбайнів, які є ключовими машинами у технологічному ланцюгу заготівлі кукурудзи на силос. Недостатній технічний рівень або конструктивні недоліки таких машин призводять до підвищених втрат урожаю, нерівномірності подрібнення рослинної маси, зростання питомих витрат палива та зниження загальної ефективності виробництва.

Незважаючи на значну кількість серійних кормозбиральних комбайнів, що використовуються у вітчизняному сільському господарстві, багато з них морально застаріли або не повною мірою відповідають сучасним агротехнічним та експлуатаційним вимогам. У процесі експлуатації таких машин виявляються проблеми, пов'язані з перевитратою енергії.

Мета дослідження: підвищення якості роботи кормозбирального комбайна та зменшення витрат енергії на привід його робочих органів.

Потужність на привід подрібнюючого апарата

$$N_n = \frac{N_{\text{піз}} + N_{\text{приск}} + N_m + N_{\text{вен}} + N_{\text{мех}}}{\eta}, \quad (1)$$

де $N_{\text{ст}}$ – потужність на деформацію та перерізання стебел; N_m – потужність на надання масі початкової швидкості; N_e – потужність на подолання тертя маси об внутрішню поверхню кожуха; $N_{\text{вен}}$ – потужність на подолання опору повітря; $N_{\text{хх}}$ – потужність на подолання тертя в підшипниках та неохолощені витрати; η – ККД трансмісії приводу подрібнювача.

Потужність на деформацію та перерізання стебел

$$N_{\text{піз}} = \frac{k \cdot b \cdot h \cdot z \cdot n}{60}, \quad (2)$$

де k – коефіцієнт опору різанню; b, h – ширина та товщина шару; z – кількість ножів; n – частота обертання.

Потужність на прискорення маси

$$N_{\text{приск}} = \frac{Q \cdot v_d^2}{2000}, \quad (3)$$

де Q – продуктивність комбайна; v_d – лінійна швидкість різальних кромek ножів.

Потужність на подолання тертя маси об внутрішню поверхню кожуха

$$N_m = \frac{f \cdot Q \cdot v_d^2 \cdot \varphi}{1000}, \quad (4)$$

де φ – кут контакту маси з кожухом у радіанах (дуга, по якій рухається маса від моменту зрізу до моменту викиду).

Потужність на подолання опору повітря

$$N_{\text{вєт}} = C_w \cdot \rho_n \cdot F \cdot v_l^3, \quad (5)$$

де C_w – коефіцієнт аеродинамічного опору ножів; ρ_n – щільність повітря; F – площа фронтальної проекції робочих органів.

Потужність холостого ходу та механічних втрат

$$N_{\text{мєх}} \approx (0,05 \dots 0,08) \cdot N_{\text{рїз}}. \quad (6)$$

Тоді потужність на валу подрібнюючого апарата

$$N_n = \frac{1}{\eta} \left(\frac{1,1 \cdot k \cdot b \cdot h \cdot z \cdot n}{60} + \frac{Q \cdot v_l^2 (1 + 2 \cdot f \cdot \varphi)}{2 \cdot 10^3} + C_w \cdot \rho_n \cdot F \cdot v_l^3 \right), \quad (7)$$

Рівняння демонструє, що загальна потужність подрібнювача залежить не тільки від продуктивності комбайна, але й критично залежить від швидкості обертання подрібнювача, оскільки вона входить у рівняння у другому та третьому ступенях, будь-яке необґрунтоване підвищення обертів барабана призводить до різкого перевитрачання палива трактором.

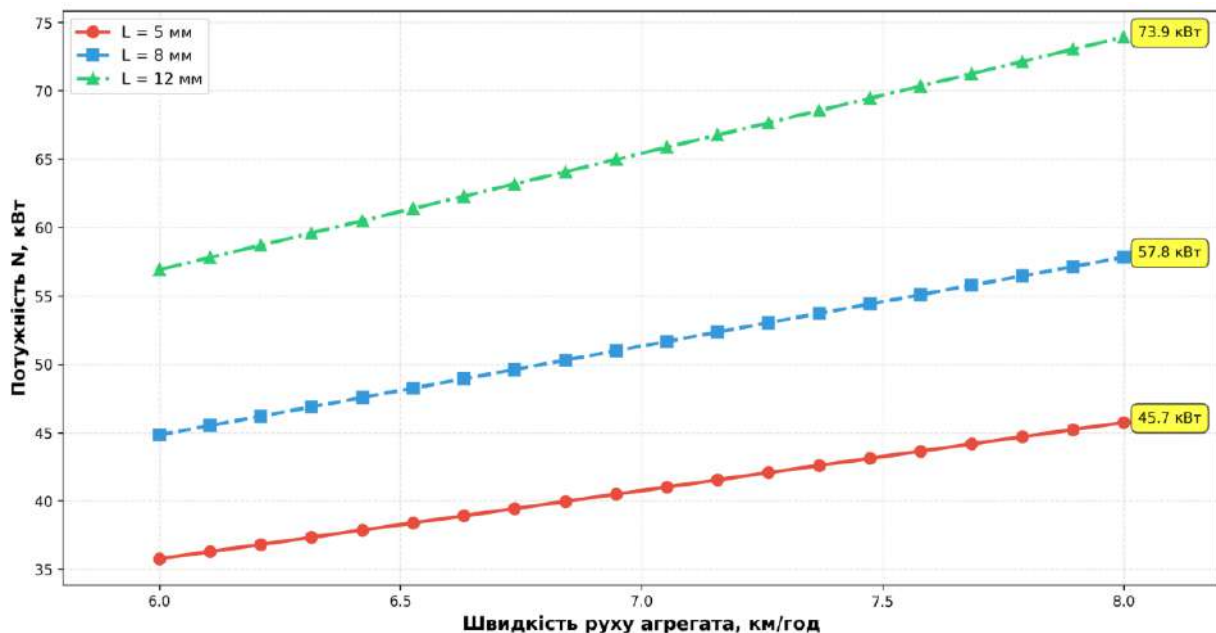


Рис. 1. Залежність витрат потужності від швидкості руху агрегата для подрібнених часток довжиною: 5 мм, 8 мм та 12 мм

Як видно з графічних залежностей витрати потужності зростають зі збільшенням руху, а також зі збільшенням довжини подрібнених часток.

У першому випадку зі збільшенням робочої швидкості збільшується подача стебел на подрібнення.

На ступінь подрібнення, тобто довжину часток, впливають кількість матеріалу, що подається до подрібнювача, яка впливає на товщину шару матеріалу, а також швидкість його подачі до нього так і кількість ножів.

Список використаних джерел

1. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студент. вищ. навч. зал. із спец. „Машини та обладн. с.–г. вир–ва”/ За ред. М.І. Черновола. Кн. 2: Машини для рільництва/ П.В. Сисолін, Т.І. Рибак, В.М. Сало; За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2002. – 364 с.: іл.
2. Грицишин М.І. "Машини для заготівлі кормів: теорія та практика". Видання К., 2021.

**ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ НА ПРИВОД РІЗАЛЬНОГО АПАРАТА
КОРМОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА КПИ-2,4**

*О. Канівець, студент;
В. Сало, д.т.н., професор*

Центральноукраїнський національний технічний університет

Сучасні реалії сільськогосподарського виробництва висувають підвищені вимоги до ефективності кормозбиральної техніки. Якість роботи цих машин безпосередньо впливає на обсяги зібраного врожаю кормових трав та збереження їхніх поживних і смакових характеристик. Досягнення оптимальних результатів потребує дотримання агротехнічних строків збирання, коректного визначення висоти скошування та вчасного виконання всього комплексу збиральних робіт. Сучасні кормозбиральні агрегати мають забезпечувати виробництво високоякісного корму за мінімальних втрат та трудовитрат. Початкове скошування рекомендується здійснювати під час колосіння злакових або бутонізації бобових культур. Кормозбиральні комбайни представляють собою багатофункціональні машини, які інтегрують у єдиний технологічний цикл послідовність операцій: скошування, збирання, подрібнення та завантаження подрібненої маси у транспортні засоби.

Серед різноманіття кормозбиральної техніки особливе місце займає причіпний комбайн КПИ-2,4.

Мета дослідження: визначення витрат енергії на привод різального апарату трав'яної жатки комбайна КПИ-2,4.

Потужність приводу різального апарату [1-3]

$$N = \frac{M_{кр} \cdot \omega}{7162}, \quad (1)$$

де $M_{кр}$ – крутний момент на валу кривошипа; ω – частота обертання кривошипа.

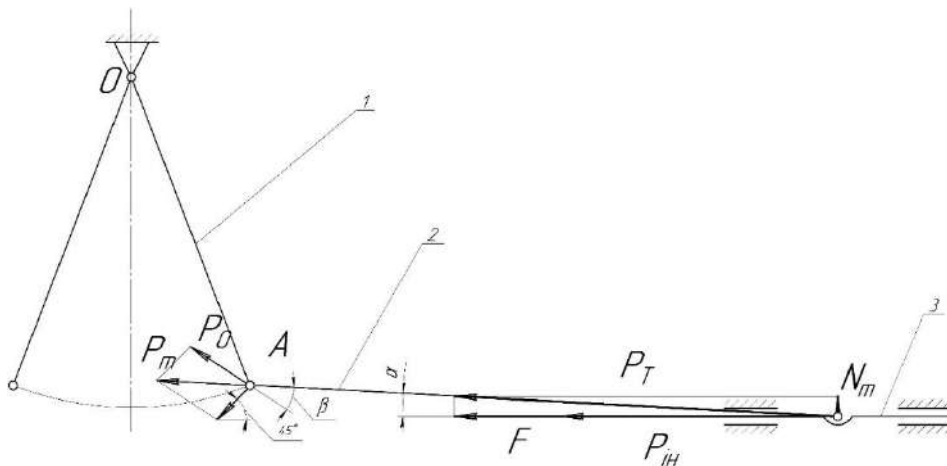


Рис. 1. Схема сил, що діють на ніж і привід ножа
1 – коромисло, 2 – тяга, 3 – ніж

Крутний момент на валу кривошипа

$$M_{кр} = P_0 r, \quad (2)$$

де P_0 – нормальне зусилля на пальці кривошипа; r – довжина кривошипа.
Нормальне зусилля на пальці кривошипа

$$P_0 = P_m \cos \beta, \quad (3)$$

де β – кут нахилу нормального зусилля відносно тяги.

$$P_T = \frac{P_{ніж}}{\cos \alpha}, \quad (4)$$

де $P_{ніж}$ – нормальна складова тяги на ніж; $tg \alpha$ – кут нахилу тяги.

Сила, що діє на ніж в різальному апараті сегментного типу

$$P_{ніж} = P_{сер} + P_{ін} + F, \quad (5)$$

де $P_{сер}$ – середнє значення опору зрізу в період різання; $P_{ін}$ – сила інерції; F – сила тертя польової спинки по пластинах тертя;

а) середнє значення $P_{сер}$, залежить від питомої роботи, яка характеризує роботу, що затрачається на зріз рослин з 1 м² площі

$$P_{сер} = \frac{L}{x_p} = \frac{BhL_0}{x_p}, \quad (6)$$

де L – повна робота різального апарата нормального різання з одинарним пробігом ножа; x_p – ділянка різання.

Повна робота різального апарата нормального різання з одинарним пробігом ножа

$$L = B \cdot h \cdot L_0, \quad (7)$$

де B – ширина захвату різального апарата; h – подача; L_0 – робота на зріз стебел з 1 м². Ділянка різання

$$x_p = x_k - x_n, \quad (8)$$

де x_n і x_k – координати початку і кінця різання;

б) сила інерції $P_{ін}$

$$P_{ін} = (m_H + m_m) \frac{S}{2} \omega^2 \cos \omega t, \quad (9)$$

де m_n і m_m – маса ножа і маса тяги

$$m_n = \frac{G_H}{g}, \quad (10)$$

$$m_m = \frac{G_m}{g}, \quad (11)$$

де G_H і G_m – вага ножа і вага тяги;

$\frac{S}{2} \omega^2 \cos \omega t$ – прискорення ножа, що змінюється при зміні кута повороту по рівнянню прямої.

Найбільше значення прискорення матимуть в точках $X=0$ і $X=S$. Якщо $X=0$, то $\omega t=0$, а $\cos \omega t=1$, тоді

$$P_{інmax} = (m_H + m_m) \frac{S}{2} \omega^2, \quad (12)$$

де S – хід ножа;

в) сила тертя, викликана нормальним тиском ваги ножа і нормальної складової тяги на ніж:

$$F = f(G_H + N_m), \quad (13)$$

де f – коефіцієнт тертя стебла по сталі

$$N_m = P_H \operatorname{tg} \alpha, \quad (14)$$

Нормальна складова тяги

$$P_H = P_{\text{сер}} + P_{\text{ін}}, \quad (15)$$

Таким чином потужність становить

$$N = \frac{\omega \cdot r \cdot \cos \beta}{7162 \cdot \cos \alpha} \left(\frac{B \cdot h \cdot L_0}{x_p} + (m_H + m_m) \frac{S}{2} \omega^2 + \right. \\ \left. + f \left(g \cdot m_H + \left(\frac{BhL_0}{x_p} + (m_H + m_m) \frac{S}{2} \omega^2 \right) \operatorname{tg} \alpha \right) \right) \quad (16)$$

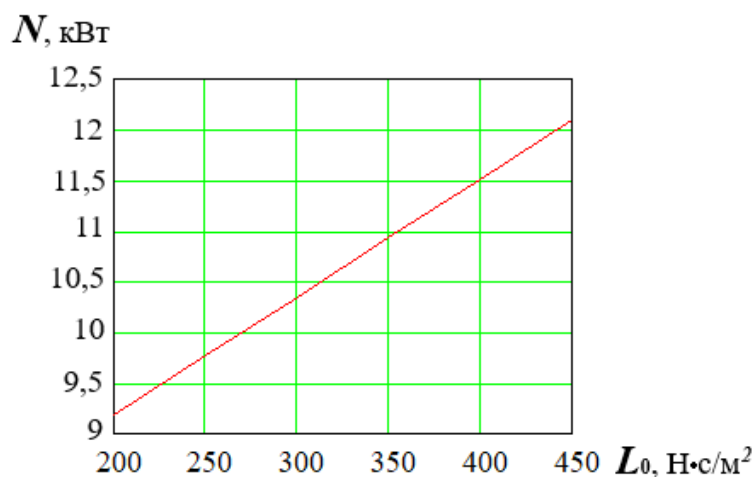


Рис. 2 Вплив питомої роботи на витрати потужності при роботі різального апарата жатки

Аналіз графічної залежності витрат потужності при роботі різального апарата жатки від питомої роботи дозволяє зробити наступні висновки:

- потужність приводу зростає лінійно зі збільшенням роботи на зріз L_0 ;
- при збільшенні питомої роботи потужність зростає до 30%;
- основний внесок у навантаження дає сила інерції, яка залишається постійною;
- середнє зусилля різання $P_{\text{сер}}$ збільшується пропорційно до L_0 .

Список використаних джерел

1. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студент. вищ. навч. зал. із спец. „Машини та обладн. с.–г. вир–ва”/ За ред. М.І. Черновола. Кн. 2: Машини для рільництва/ П.В. Сисолін, Т.І. Рибак, В.М. Сало; За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2002. – 364 с.: іл.
2. Грицишин М.І. "Машини для заготівлі кормів: теорія та практика". Видання К., 2021.
3. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.: іл.

**METHOD FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF INTERNAL COMBUSTION
ENGINE EXHAUST GAS RECIRCULATION SYSTEMS USING OZONE**

*O. Lymar, PhD;
D. Marchenko, PhD;
O. Steblyuk, student;
L. Orlovsky, student*

Mykolayiv National Agrarian University

Bypassing part of the exhaust gases allows you to change the chemical composition of the fuel-air mixture, reduce the content of free oxygen in the combustion chamber. The efficiency of exhaust gas recirculation is explained by the presence of such components as water vapor and carbon dioxide in them. These substances have a high specific heat capacity, which helps to reduce the flame temperature in the combustion chamber and, accordingly, reduce the amount of nitrogen oxides in the exhaust gases. The use of up to 10% gas recirculation makes it possible to reduce the content of nitrogen oxides by approximately 30% without a noticeable increase in fuel consumption, although the smoke level increases slightly (by 5-10%).

At the same time, to simultaneously reduce toxicity and smoke level, different, sometimes incompatible measures are required, which significantly complicates the task of reducing harmful substances in exhaust gases, especially diesel engines. One possible solution is to combine a gas recirculation system with the ozonation method.

Ozone technologies aimed at intensifying the combustion process offer a promising approach to compensating for the limitations inherent in conventional methods of reducing the toxicity of exhaust gases emitted by internal combustion engines (ICEs). Traditional exhaust aftertreatment systems, such as catalytic converters, exhaust gas recirculation (EGR), and particulate filters, although effective within certain operating ranges, often exhibit reduced efficiency under transient engine modes, low exhaust temperatures, or fuel quality variations. In this context, the integration of ozone-based technologies represents an innovative pathway for enhancing oxidation reactions both within the combustion chamber and in exhaust gas treatment systems.

Ozone (O_3) is a highly reactive and environmentally friendly oxidizing agent characterized by a strong oxidation potential, significantly exceeding that of molecular oxygen. One of its key advantages lies in the absence of secondary toxic or persistent by-products following its decomposition, as ozone rapidly breaks down into diatomic oxygen after participating in oxidation reactions. Owing to these properties, ozone has found widespread application in various industrial and environmental fields, including drinking and wastewater treatment, removal of dissolved metal salts, deodorization of liquids, sterilization processes, and air purification systems employing modern ozone generators.

Under natural conditions, ozone in its pure form exists primarily in the upper layers of the atmosphere, where it plays a critical role in absorbing harmful ultraviolet radiation. Near the Earth's surface, ozone is inherently unstable and decomposes rapidly into oxygen molecules, actively oxidizing surrounding substances in the process. This natural oxidative mechanism contributes to the removal of unpleasant odors, volatile organic compounds, and suspended particulate matter from the air. Ozone is particularly effective in neutralizing odors originating from household chemicals, combustion products, industrial gases, essential oils, and aromatic hydrocarbons such as benzene. Furthermore, it reacts efficiently with hazardous compounds including hydrogen sulfide, carbon disulfide, and certain halogenated substances, such as Freon-12, converting them into less harmful components.

An important additional benefit of ozonation is its pronounced biocidal effect. During the ozonation process, pathogenic bacteria, viruses, fungal spores, and other microorganisms are destroyed due to oxidative damage to their cell membranes and internal structures. This property makes ozone-based air purification especially valuable for applications in medical facilities, public buildings,

transportation systems, and industrial environments with high sanitary requirements. Upon completion of the oxidation and disinfection reactions, residual ozone decomposes into molecular oxygen, thereby enriching the treated air and eliminating the need for secondary neutralization procedures. One of the advanced methods for gas purification and in situ ozone generation involves the use of a nanosecond streamer corona discharge. In this technique, contaminated air or exhaust gas is passed through a specially designed reaction chamber subjected to high-voltage electrical pulses of extremely short duration. The pulse parameters are carefully selected to prevent electrical breakdown of the chamber while ensuring the formation of an intense pulsed corona discharge. This discharge manifests as a multitude of thin, luminous plasma channels known as streamers. Within the streamer development zone, a high concentration of energetic electrons is generated. These electrons collide with gas molecules, initiating a complex set of physicochemical reactions, including ionization, excitation, and dissociation. As a result, a wide spectrum of chemically active species is formed, such as atomic oxygen, hydroxyl radicals, and ozone molecules. These reactive components play a crucial role in the oxidation of harmful exhaust constituents, including carbon monoxide, unburned hydrocarbons, nitrogen oxides, and particulate matter precursors. Consequently, nanosecond streamer corona discharge technology enables efficient gas purification at relatively low energy consumption and without the need for chemical reagents. The combination of ozone generation and non-thermal plasma processes opens new prospects for improving the environmental performance of internal combustion engines. By intensifying oxidation reactions and promoting more complete fuel combustion, ozone-based technologies contribute to reducing exhaust toxicity, enhancing combustion stability, and improving overall engine efficiency. This makes them a promising component of next-generation exhaust gas treatment and combustion enhancement systems.

The use of a pulsed corona discharge for the decomposition of harmful gaseous compounds is a promising method. Experimental studies confirm that in the zone of such a discharge, the destruction of volatile organic compounds occurs, as well as the oxidation of sulfur and nitrogen oxides (NO_x, SO_x) and other impurities characteristic of exhaust gases of internal combustion engines. The main characteristics of the cleaning process are the degree of cleaning and the amount of energy required to process 1 m³ of gas. When using a pulsed corona discharge, the level of cleaning can reach 90-95% and depends mainly on the amount of energy introduced into the gas. This dependence can be both linear and nonlinear.

References

1. Andreev, A. A., et al. Prospects for the use of ozonation in the exhaust gas recirculation system of internal combustion engines. In the collection: Code "Ozonation": conference materials. Kharkiv: KhNADU, 2020.
2. Pylypenko, O. M., Vasylenko, V. Yu., and Mylenko, A. L. Environmental indicators of a carburetor engine with fuel ozonation // Bulletin of the Vinnytsia Polytechnic Institute. Vinnytsia, 2009. Issue 5. P. 26–28.
3. Stolyarenko, G. S., Gromyko, A. V. Ozone method for reducing the toxicity of exhaust gases of internal combustion engines // Internal combustion engines. 2005. No. 1. P. 47-52.
4. Marchenko D. D., Lymar O. O., Grigorenko A. O. Ways to improve the reliability of grain harvesting machines to ensure the country's food independence. Food security of Ukraine in the conditions of post-war recovery: global and national dimensions. International forum: reports of participants of the international scientific and practical conference (Mykolaiv, May 28-30, 2025) / Ministry of Education and Science of Ukraine; Mykolaiv National Agrarian University. Mykolaiv: MNAU, 2025. P. 356-358. DOI: <https://doi.org/10.31521/978-617-7149-86-5-119>
5. Kononov, Y., & Lymar, O. (2025). Investigating the stability of oscillations of rectangular plates in an infinitely long rectangular parallelepiped with an ideal fluid. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(7 (133)), 14–21. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.323200>
6. Lymar O., Marchenko D., Khramov M. Use of technological fluids coolants in cutting processing. Food security of Ukraine in the conditions of the war and post-war recovery: global and national dimensions. International forum = Food security of Ukraine in the conditions of the war and post-war recovery: global and national dimensions. International forum : reports of participants of the international scientific and practical conference (Mykolaiv, May 30-31, 2024) / Ministry of Education and Science of Ukraine ; Mykolaiv National Agrarian University. Mykolaiv: MNAU, 2024. P. 90-92. DOI: <https://doi.org/10.31521/978-617-7149-78-0-28>.
7. Marchenko, D., & Matvyeyeva, K. (2025). Research on the technological process of restoration with electrodiffusion strengthening of the working surfaces of the segments of the headers of combine harvesters. Problems of Tribology, 30(1/115), 100–107. <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2025-115-1-100-107>.

MONITORING OF OPERATING MODES OF DIESEL POWER PLANTS: MODERN SOLUTIONS AND AREAS FOR IMPROVEMENT

*O. Lymar, PhD;
D. Marchenko, PhD;
V. Laskovy, student;
D. Karpenko, student*

Mykolayiv National Agrarian University

The problem of remote control of the operating parameters of a diesel power plant (DEU) of a transport vessel is extremely relevant for several reasons. First, because of the high cost of fuel. In less than ten years, the price of the main types of fuel (MDO, IFO180, IFO380) has increased almost threefold, and today it is more than \$ 1,000 per ton of MDO. Secondly, the current requirements of MARPOL 73/78 P.VI limit NO_x and SO_x emissions in the exhaust gases of a diesel power plant. Exceeding these standards due to the lack of detailed and objective information about the condition of a diesel DEU leads to large fines for shipowners. In addition, regular control of operational parameters increases the level of technical operation of a diesel DEU, contributing not only to detailed accounting of operating costs and planning of repairs, but also to effective management of a complex multi-system modern diesel power plant. The time of local solutions for controlling technological processes is quickly becoming a thing of the past. Today, networked, corporate online management and control are relevant, when the opinions of many competent specialists are taken into account when making complex decisions, and the results of joint activities are available to everyone. The effectiveness of such a strategy is much higher due to quick feedback and the exclusion of random subjective factors.

The ability of transport to perform its main task - transportation of goods, while ensuring safety - depends on the technical condition of the DEU. In addition to diesel engines, the DEU includes auxiliary diesel generators and a boiler. Current operating costs for these facilities, such as fuel, oil and repair costs, also occupy one of the first places. Therefore, the following tasks are relevant for the DEU: power control in all operating modes, accounting for fuel and oil consumption, as well as accurate accounting of engine life depending on the degree of load on the mechanisms. Of course, the task of developing an effective strategy for planning the operation of a diesel DEU, based on the analysis of the data obtained, is important.

Given the spread of diesel power plants, this is one of the most important tasks of increasing competitiveness in transport. In operation, the share of diesel DEU is up to 40% of operating costs. Specific to operation are variable load modes and the influence of numerous external factors. A characteristic feature of diesel DEU is that the main processes that characterize the technical condition are difficult to visualize and control. Also specific to the industry is that the main management personnel who make strategic decisions. In a situation of actual lack of detailed objective information about the current state of energy facilities as a whole, these strategic decisions may be inaccurate or even erroneous. The way out of the situation is obvious - to develop measures for timely delivery to management personnel of objective and detailed information about the state in real time.

The problem of remote control of diesel DEU parameters was addressed by a number of organizations and companies, among which the largest are A.P. Moller-Maersk, MAK International Shipping LLC and others, as well as leading companies: MAN, Wartsila-Sulzer, MAK-Caterpillar Marine Power Systems and others. The problem of controlling diesel DEU parameters is addressed by the work of both domestic and foreign authors: S.V. Kamkin, I.V. Voznitsky, Yu.Ya. Fomin, S.V. Semenov, V.G. Ivanovsky.

Analysis of the structures and functional capabilities of existing systems and methods for controlling the operational parameters of diesel DEUs showed that in most cases the control task was solved locally with data transmission to the office in a semi-automatic mode. In such cases, the subjective factor and possible distortions or delays in information were not excluded. When the task of automatic data reception and transmission was solved by large companies, the solution was individual, using specific measuring and communication equipment, and, as a rule, also expensive. The latter factor excluded the possibility of widespread use of methods for remote control of DEU operational parameters in transport.

In the practice of operating diesel DEUs, there is a problem of a gradual decrease in power and an increase in thermal load, which is accompanied by an increase in fuel consumption, associated with the accumulation of non-critical, difficult-to-detect defects of the fuel equipment, the gas distribution mechanism and the cylinder-piston group. This occurs due to the failure to take timely measures to restore the performance of the main engine components, which is a consequence of the lack of accurate and detailed data on operational parameters.

Therefore, taking into account the specifics of operation, the task of remote control of diesel DEU parameters obtained during operation is relevant. Remote control of DEU parameters is a necessary condition for cost-effective, trouble-free and environmentally safe operation of modern transport.

References

1. Kamkin S. V., Voznitsky I. V., Fomin Yu. Ya., Semenov S. V., Ivanovsky V. G. Monitoring of parameters of diesel ship power plants / S. V. Kamkin et al. - Kyiv: Publishing House of the National Academy of Sciences, 2018. - 256 p.
2. MAN Energy Solutions. Marine Diesel Engines and Remote Monitoring Systems. Technical Documentation. - MAN Energy Solutions, 2021. - 120 p.
3. Vasylychenko, V. Yu., and Pylypenko, O. M. Information approach to monitoring the technical condition of ship diesel generator sets. *Aerospace Engineering and Technology*. 2010. No. 8 (75). P. 136-139.
4. Lymar O., Marchenko D., Khramov M. Use of technological fluids coolants in cutting processing. Food security of Ukraine in the conditions of the war and post-war recovery: global and national dimensions. International forum = Food security of Ukraine in the conditions of the war and post-war recovery: global and national dimensions. International forum : reports of participants of the international scientific and practical conference (Mykolaiv, May 30-31, 2024) / Ministry of Education and Science of Ukraine ; Mykolaiv National Agrarian University. Mykolaiv : MNAU, 2024. P. 90-92. DOI: <https://doi.org/10.31521/978-617-7149-78-0-28>.
5. Marchenko D. D., Lymar O. O., Grigorenko A. O. Ways to improve the reliability of grain harvesting machines to ensure the country's food independence. Food security of Ukraine in the conditions of the war and post-war recovery: global and national dimensions. International forum: reports of participants of the international scientific and practical conference (Mykolaiv, May 28-30, 2025) / Ministry of Education and Science of Ukraine; Mykolaiv National Agrarian University. Mykolaiv: MNAU, 2025. P. 356-358. DOI: <https://doi.org/10.31521/978-617-7149-86-5-119>.
6. Marchenko, D., & Matvyeyeva, K. (2023). Research of Increase of the Wear Resistance of Machine Parts and Tools by Surface Alloying. *Problems of Tribology*, 28(3/109), 32–40. <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2023-109-3-32-40>.
7. Light Metals (2016), The Minerals, Metals & Materials Society, 2016, 1053 p. <https://doi.org/10.1002/9781119274780>.
8. Kumar K., Davim J.P. Composites and Advanced Materials for Industrial Applications. Hershey, USA: IGI Global, 2018, 423 p.
9. Kala H., Mer K.K.S., Kumar S. A Review on Mechanical and Tribological Behaviors of Stir Cast Aluminum Matrix Composites. *Procedia Materials Science*, 2014, Vol. 6, pp. 1951-1960. <https://doi.org/10.1016/j.mspro.2014.07.229>.
10. Adebisi A.A., Maleque M.A., Rahman Md.M. Metal matrix composite brake rotor: historical development and product life cycle analysis. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, 2011, Vol. 4, pp. 471-480. <https://doi.org/10.15282/ijame.4.2011.8.0038>.
11. Bhushan B. *Modern Tribology Handbook*, Two Volume Set. USA, CRC Press Inc., 2000, 1760 p.
12. O. Lymar, D. Marchenko. Prospects for the Application of Restoring Electric Arc Coatings in the Repair of Machines and Mechanisms, *Proceedings of the 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System, MEES 2022*. <https://doi.org/10.1109/MEES58014.2022.10005709>.

**PARAMETERS INFLUENCING THE INTENSITY OF WEAR OF INTERNAL
COMBUSTION ENGINE CYLINDERS**

*O. Lymar, PhD;
D. Marchenko, PhD;
I. Okhrimenko, student;
A. Oliynyk, student
Mykolayiv National Agrarian University*

Determining cylinder wear using calculation methods and predicting engine durability are of great practical importance. In addition, knowledge of the wear diagram of designed engines is necessary for the development of optimal cylinder manufacturing technologies that ensure maximum engine life during operation. Obtaining an operational wear diagram for new engines requires a significant amount of time and high material costs. To achieve reliable results, it is necessary to conduct research on many engines over a long period. Creating a mathematical model for calculating cylinder wear significantly speeds up the process and reduces costs, allowing you to obtain the necessary data several times faster and cheaper. However, to date, there is no single and reliable method for calculating cylinder wear. This is due to the large number of factors that affect the wear of internal combustion engine cylinders, and their different effects on different engines and in different operating conditions. All factors that affect the intensity of cylinder wear can be conditionally divided into two groups: internal and external. Internal factors include those that cannot be changed during operation, in particular: the design features of the engine and the physical and mechanical properties of the rubbing materials (bushings, rings, piston). External factors include a large number of variable parameters that can vary during operation, such as: used oils, air, fuel and oil purity, operating modes (load, speed, temperature), as well as indicator parameters of engine operation (compression ratio, boost ratio, maximum combustion pressures, gas temperatures, etc.).

The main problem is that external factors that affect the friction of piston rings against the cylinder vary along the height of the cylinder and differ at different points in it. Even when all internal and external factors are taken into account, cylinder wear is caused by friction between the piston rings (which can be from 3 to 8 per piston) and the piston. Each ring operates under different friction conditions and in different areas of the cylinder. Cylinder wear is the result of the complex influence of all factors.

When creating a mathematical model of cylinder wear, an important role is played by the selection of the main factors that significantly affect this process. To simplify the calculations, it is necessary to make certain assumptions and highlight the main factors. In modern engines that have a reliable air and fuel cleaning system and use high-quality oils, the influence of some factors can be ignored, taking them as constant and such that only shift the wear curve. This applies, for example, to the type of fuel or oil. The physical and mechanical properties of rubbing materials do not change the nature of the wear curve, but only affect its absolute values, so they can also be ignored.

Among the factors that cannot be ignored are objectively existing and variable parameters along the cylinder height: friction pressure, piston speed and cylinder surface temperature. So, the main factors that affect cylinder wear are:

- gas pressure in the cylinder;
- instantaneous piston speed;
- cylinder wall surface temperature.

Other internal and external factors can be considered secondary and not taken into account at the first stage, since their influence is manifested not in changing the qualitative

nature of wear, but only in shifting the wear diagram by a constant value in the direction of increasing or decreasing the ordinates. For example, the type of fuel or oil can affect the wear diagram, but this only changes the overall level of wear. Similarly, the physical and mechanical properties of rubbing materials (rings, piston and cylinder) do not change the shape of the wear diagram, but only its magnitude.

Regarding the consideration of certain factors or the calculation of the wear diagram, it should be noted that the methodology developed by the authors allows, if necessary, to expand it by including additional factors, both primary and secondary, that can affect the wear diagram.

Thus, the following conclusions can be drawn:

- Changing the engine operating modes has a significant impact on the nature and magnitude of wear of diesel cylinder liners.
- For each diesel engine, there is an optimal crankshaft speed at which bushing wear is minimal.
- Increasing the boost ratio has a positive effect on the nature of the wear pattern, smoothing it out.
- Increasing the temperature of the bushing surface reduces the intensity of wear and has a positive effect on the resource of the cylinder-piston group parts.
- The most desirable way to increase the engine resource is to increase the boost ratio when operating at optimal speeds and ensuring the maximum possible and permissible temperature level for the cylinder-piston group parts.

References

1. Vasilyuk V. V. Improving the diagnosis of the technical condition of the cylinder-piston group of engines: dissertation ... candidate of technical sciences: 05.05.03. Dnipro, 2019.
2. Dyachenko V. G. Internal combustion engines. Theory, design and principles of calculation: textbook. Kharkiv: Khai, 2007.
3. Dumchykov V. O. Wear of automobile engine cylinders, reasons for its occurrence // Materials of the XVI International Youth Forum "Youth and Agricultural Machinery in the XXI Century". Kharkiv: KhNTUSG, 2020. P. 53.
4. Marchenko, D., & Matvyeyeva, K. (2022). Increasing warning resistance of engine valves by gas nitrogenization method. *Problems of Tribology*, 27(2/104), 20–27. <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2022-104-2-20-27>.
5. Kononov, Y., & Lymar, O. (2025). Investigating the stability of oscillations of rectangular plates in an infinitely long rectangular parallelepiped with an ideal fluid. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (133), 14–21. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.323200>.
6. Lymar O., Marchenko D., Khramov M. Use of technological fluids coolants in cutting processing. Food security of Ukraine in the conditions of the war and post-war recovery: global and national dimensions. International forum = Food security of Ukraine in the conditions of the war and post-war recovery: global and national dimensions. International forum : reports of participants of the international scientific and practical conference (Mykolaiv, May 30-31, 2024) / Ministry of Education and Science of Ukraine ; Mykolaiv National Agrarian University. Mykolaiv: MNAU, 2024. P. 90-92. DOI: <https://doi.org/10.31521/978-617-7149-78-0-28>.
7. Marchenko, D., Artyukh, V., & Matvyeyeva, K. (2020). Analysis of the influence of surface plastic deformation on increasing the wear resistance of machine parts. *Problems of Tribology*, 25(2/96), 6–11. <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2020-96-2-6-11>.
8. Archard J.F. Contact and rubbing of flat surfaces. *J Appl Phys*1953; 24: 981–988.2. Lai F.Q., QuS.G., Yin L.M., et al. Design and operation of a new multifunctional wear apparatus for engine valve traincomponents. *Proc IMechE, Part J: J Engineering Tribology*2018; 232: 259–276.3.
9. Lewis R., Dwyer-Joyce R.S. Wear of diesel engine inlet valves and seat inserts. *Proc IMechE, Part D: J Automobile Engineering*2002; 216: 205–216.4.
10. Forsberg P., Debord D., Jacobson S. Quantification of combustion valve sealing interface sliding –a novel experimental technique and simulations. *Tri Int* 2014; 69: 150–155.6.
11. Mascarenhas L.B., GomesJ.D., Beal V.E., et al. Design and operation of a high temperature wear test apparatus for automotive valve materials. *Wear*2015; 342–343: 129–137.7.
12. Dykha A.V. MarchenkoD.D., ArtyukhV.A., Zubiexhina–KhaiiatO.V., Kurepin V.N. Study and development of the technology for hardening rope blocks by reeling. *Eastern–European Journal of Enterprise Technologies*. Ukraine: PC «TECHNOLOGY CENTER». 2018. No2/1 (92) 2018. pp. 22–32. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126196>.

ЗМІСТ

MODELOWANIE ZUŻYCIA ENERGII DRONÓW W KONTEKŚCIE ROSNĄCYCH WYMAGAŃ OPERACYJNYCH S. Kharchenko, S. Samborski	3
THE INFLUENCE OF SEEDLINGS' PLANTING DEPTH ACCURACY ON THEIR SURVIVABILITY V. Badiul, M. Cătană, A. Melnic	6
ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНОЇ СХЕМИ ПНЕВМАТИЧНОГО СЕПАРАТОРА ЗЕРНА Є. Кобан, О. Васильковський	10
ОБҐРУНТУВАННЯ ОБ'ЄМУ БУНКЕРА КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ О. Комар, О. Васильковський	12
ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ ДОВЖИНИ ПАСИВНОГО СТРУННОГО РЕШЕТА М. Кришко, Д. Олексієнко, О. Васильковський	16
ДОСЛІДЖЕННЯ КАЧАНОВІДРИВНОГО АПАРАТУ КУКУРУДЗОЗБИРАЛЬНОЇ ПРИСТАВКИ Д. Моклюк, О. Васильковський	20
ПРИНЦИПИ ПРОЄКТУВАННЯ АДАПТИВНИХ СЕПАРАТОРІВ ЗЕРНОВИХ СУМШЕЙ Д. Петренко, І. Біліценко, Г. Сидоренко	24
ПЕРЕОБЛАДНАННЯ ЗЕРНОВИХ СІВАЛОК ДЛЯ СІВБИ СОЇ В. Сало, Б. Вовнянко, О. Ткаченко	27
АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА КОНСТРУКЦІЙ ГИЧКОРІЗІВ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ГИЧКИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ С. Кібукевич, Ю. Мачок	29
АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА М'ЯСА СВИНИНИ В. Романенко, Ю. Мачок	31
МЕХАНІЗАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ З УДОСКОНАЛЕННЯМ КОНСТРУКЦІЇ ПОДРІБНЮВАЧА СОЛОМИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА КЛАСИЧНОЇ СХЕМИ ОБМОЛОТУ О. Бардиш, А. Солоп, С. Лещенко	32
ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЛОЖЕЧКО-ДИСКОВОГО САДИЛЬНОГО АПАРАТА КАРТОПЛЕСАДЖАЛКИ О. Биченко, М. Васильковський, С. Лещенко	35
ІНТЕНСИФІКАЦІЯ РОБОТИ АСПІРАТОРА АСХ-10 ТА ЙОГО АДАПТАЦІЯ ДО ОЧИЩЕННЯ ДРІБНОЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ В. Іщенко, І. Бажан, С. Лещенко	38
ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЧИЗЕЛЬНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ Д. Михайлова, В. Мельніченко, С. Лещенко	42
УРОЖАЙНІСТЬ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРУ РОСТУ В СТЕПУ УКРАЇНИ О. Андрейченко, С. Горай	46
УДК 631.5:633.1 ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ І ПОПЕРЕДНИКІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В СТЕПУ УКРАЇНИ О. Андрейченко, В. Непомнящий	47
ВРОЖАЙНІСТЬ СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ О. Андрейченко, М. Тупас	48
ФОРМУВАННЯ АСИМІЛЯЦІЙНОЇ ПОВЕРХНІ ГІБРИДАМИ КУКУРУДЗИ ЗА РІЗНОЇ ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН О. Гаркавий, О. Андрієнко	49
ВПЛИВ ФОНУ УДОБРЕННЯ НА ПОЛЬОВУ СХОЖІСТЬ НАСІННЯ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ В СТЕПУ УКРАЇНИ І. Павленко, О. Андрієнко	52
ВИСОТА РОСЛИН ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ М. Петін, О. Андрієнко	54

ВПЛИВ ІМІДАЗОЛІНОНІВ НА ФОРМУВАННЯ ГУСТОТИ ПОСІВІВ СОНЯШНИКУ Д. Потанін, О. Андрієнко	56
ВПЛИВ ФОНУ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ДИНАМІКУ РОСТУ РОСЛИН ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ Є. Ярошенко, О. Андрієнко	58
ВИРОЩУВАННЯ КАВУНУ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ: ВИКЛИКИ ТА ПЕРЕВАГИ К. Васильковська, Д. Борисенко	60
ЗНАЧЕННЯ ДОБРІВ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ К. Васильковська, В. Вовчик	62
ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН БАЗИЛІКУ В ПОРТАТИВНІЙ ГІДРОПОННІЙ NFT УСТАНОВЦІ К. Васильковська, О. Войчук	64
ЗНАЧЕННЯ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РІПАКУ ОЗИМОГО К. Васильковська, Д. Гончаренко	66
СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ КАВУНІВ В ЗОНІ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ К. Васильковська, О. Жданович	68
ВПЛИВ ВИБОРУ ГІБРИДІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ К. Васильковська, Є. Стоянов, С. Дар'єва	70
ПРОБЛЕМА ВИЖИВАНOSTІ ВИННИХ СОРТІВ ВІНОГРАДУ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ К. Васильковська, В. Удоєнко	72
ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ВІДПРАЦЬОВАНИХ КУКУРУДЗЯНИХ НАПОВНЮВАЧІВ НА ПРОЦЕСИ КОМПОСТУВАННЯ ТА ЯКІСТЬ ОТРИМАНОГО ДОБРІВА Л. Коломієць, Д. Тиніченко	74
ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ В ЦЕНТРИ УКРАЇНИ Н. Умрихін, В. Волошин	77
ЕФЕКТИВНІСТЬ МІКРОДОБРІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В ЦЕНТРИ УКРАЇНИ Г. Кулик, А. Дахно	78
ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРМОВИХ БУРЯКІВ В УМОВАХ ЦЕНТРУ УКРАЇНИ Г. Кулик, О. Дмитренко	79
ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В УМОВАХ ЦЕНТРУ УКРАЇНИ Г. Кулик, Д. Кравченко	80
ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ КОРМОВИХ БУРЯКІВ ЗАЛЕЖНО ВІД РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ В ЦЕНТРИ УКРАЇНИ Г. Кулик, А. Лукашов	81
ВПЛИВ ГЕРБІЦИДІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В УМОВАХ ЦЕНТРУ УКРАЇНИ Г. Кулик, О. Серєда	82
УНІВЕРСАЛЬНА КУЛЬТУРА АМАРАНТ В. Резніченко, В. Аксьонов, Ю. Кукурудза	83
ВЛИВ СОРТУ ТА УДОБРЕННЯ НА ВИЖИВАНІСТЬ В ПОСІВАХ НУТУ В. Резніченко, К. Корнієнко, О. Андріянов	86
НАСІННЄВА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГАЛЕГИ СХІДНОЇ В. Резніченко, Є. Пономаренко, О. Андріянов	89
УРОЖАЙНІСТЬ ЧУМИЗИ В СТЕПУ УКРАЇНИ В. Резніченко, М. Салов, Я. Детиненко	91
НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ СОРГО В НАРОДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ В. Резніченко, Р. Татаринів, Ю. Кукурудза	93
ВРОЖАЙНІСТЬ СОРГО ЗАЛЕЖНО ВІД МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ В СТЕПУ УКРАЇНИ Л. Сало, В. Антоненко	96

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ГОРОХУ ОЗИМОГО ТА ЯРОГО В СТЕПУ УКРАЇНИ Л. Сало, І. Губарев	100
ВРОЖАЙНІСТЬ ПОЛУНИЦІ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ В СТЕПУ УКРАЇНИ Л. Сало, О. Корецький	103
ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ ПЛОДІВ ТОМАТИВ В СТЕПУ УКРАЇНИ Л. Сало, Д. Літвінчук	106
INNOVATIONS OF MECHANICAL ENGINEERING IN THE TECHNOLOGIES OF GROWING AGRICULTURAL CROPS N. Trykina, D. Trykin, Dm. Trykin	110
THE INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS ON THE FORMATION OF THE PRODUCTIVITY OF CULTIVATED CARROTS IN THE STEPPE OF UKRAINE N. Trykina, M. Filipov	112
THE EFFECTIVENESS OF FERTILIZER USE IN TOMATO CULTIVATION IN THE STEPPE OF UKRAINE N. Trykina, V. Zelinskyi	113
ВПЛИВ ГЕРБИЦИДНОГО ЗАХИСТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ Л. Детиненко, Т. Шепілова	114
ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ Д. Дощенко, Т. Шепілова	116
ЕФЕКТИВНІСТЬ ПІДЖИВЛЕННЯ ПОСІВІВ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ І. Дриженко, Т. Шепілова	118
ВПЛИВ ДОБРИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ О. Лисенко, Т. Шепілова	120
ВПЛИВ ФОНУ ЖИВЛЕННЯ ТА НОРМ ВИСІВУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ В. Марченко, Т. Шепілова	122
ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ В СТЕПУ УКРАЇНИ К. Федорів, Т. Шепілова	124
ОРГАНІЗАЦІЯ ВЗАЄМОДІЇ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ Є. Ківа, М. Мороз	125
МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ МОБІЛЬНОСТІ НАСЕЛЕННЯ В МІСЬКИХ АГЛОМЕРАЦІЯХ М. Сорокіна, М. Мороз	127
МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТНОЇ СИСТЕМИ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ С. Бакал, О. Шаповал	129
ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПРАВОВІ ТА ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ М. Чубаров, С. Король	131
ОЦІНКА ЧАСОВОЇ НЕРІВНОМІРНОСТІ ПАСАЖИРОПОТОКІВ У ГОДИНИ «ПК» М. Сорокіна, М. Мороз	133
УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗАСОБАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ М. Сорокіна, С. Король	135
ВПЛИВ ВИЌЗДУ ГРОМАДЯН ДО 22 РОКІВ ЗА КОРДОН НА РОБОТУ ТРАНСПОРТУ В УКРАЇНИ М. Сорокіна, С. Король	137
ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВІДКРИТТЯ, ЗМІНИ ТА ПРИПИНЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАРШРУТІВ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ М. Мороз, О. Шаповал	139
ПРАВОВІ ОСНОВИ ТА ВИКЛИКИ У СФЕРІ ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УКРАЇНИ М. Мороз	141
АНАЛІЗ ЗАВДАНЬ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ ЕКСПЕДИТОРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА РИНКУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В. Поліщук, М. Мороз	143

МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ У ЛОГІСТИЧНИХ ВУЗЛАХ ЗАСОБАМИ RTV VISSIM ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЕДИРУВАННЯ М. Мороз, О. Шаповал	145
ТРАНСПОРТ І СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК СУСПІЛЬСТВА М. Чубаров, Д. Молоштан	147
ВЗАЄМОДІЯ МАГІСТРАЛЬНОГО ТА МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ М. Мороз, Д. Молоштан	148
ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ІНКОТЕРМС ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ С. Ківа, Д. Молоштан	150
РОЗВИТОК І ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ «ІНКОТЕРМС» В. Поліщук, М. Мороз	152
ІННОВАЦІЙНА СКЛАДОВА В ГАЛУЗІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В. Стручков, Т. Гайкова	154
ОПТИМІЗАЦІЯ ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА ПОСТАЧАНЬ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ Д. Гончар, Т. Гайкова	156
ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ПРОЄКТНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ Д. Довгаль, Т. Гайкова	158
УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАЧАНЬ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ І. Кузнецов, Т. Гайкова	160
ПРОЄКТНИЙ АНАЛІЗ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИТРАТ НА ПАЛИВО В АВТОМОБІЛЬНИХ ВАНТАЖОПЕРЕВЕЗЕННЯХ Є. Ярміш, Т. Гайкова	163
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ СИПУЧИХ ВАНТАЖІВ В КОНТЕЙНЕРНІЙ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНІЙ СИСТЕМІ В. Загорянський, І. Кузнецов	166
МОДЕЛЮВАННЯ МАТЕРІАЛЬНОГО ПОТОКУ В ПАКЕТНІЙ ТРАНСПОРТНО ТЕХНОЛОГІЧНІЙ СИСТЕМІ В. Загорянський, Т. Єрстова	168
МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕВАЛКИ ЗЕРНА З АВТОМОБІЛЬНОГО НА ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ В. Загорянський, О. Загорянська, Д. Молоштан	170
ОСОБЛИВОСТІ ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА І. Кузєв, К. Пєєва,	172
ПОРЯДОК ОБЛІКУ ТА ДОКУМЕНТУВАННЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ І. Кузєв, К. Пєєва	174
INCOME, PROFIT AND PROFITABILITY OF THE MOTOR TRANSPORT INDUSTRY І. Кузєв, Пєєва К.А.	176
FINANCE OF THE MOTOR TRANSPORT INDUSTRY І. Кузєв, К. Пєєва	178
SUBSCRIPTION OF ENTERPRISES TO MOTOR TRANSPORT І. Кузєв, К. Пєєва	180
AUTOMOBILE TRANSPORT INDUSTRY AS A SUBJECT OF ECONOMICAL TIRES І. Кузєв, К. Пєєва	182
TYPES AND ORGANIZATIONAL AND LEGAL FORMS OF ASSOCIATION OF MOTOR TRANSPORT ENTERPRISES І. Кузєв, К. Пєєва	183
ROAD TRANSPORT MANAGEMENT І. Кузєв, К. Пєєва	185

ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ РОЗКРИТТЯ ГЕНЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ СОЇ Т. Шепілова	187
УДОСКОНАЛЕННЯ СЕПАРАТОРА ГРАВІТАЦІЙНОГО ТИПУ Д. Петренко, Я. Слюсарев	188
ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВИСІВНОЇ СИСТЕМИ ПНЕВМОМЕХАНІЧНОГО ТИПУ Д. Петренко, С. Котан	192
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ФАКТОРІВ ТА ПАРАМЕТРІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ПРОЦЕС РОЗПОДІЛУ ЧАСТОК ПО ШИРИНІ ЗАХВАТУ РОБОЧОГО ОРГАНА Р. Москальченко, Д. Жук, В. Дейкун	196
ОБҐРУНТОВУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВИСІВНОГО ДИСКА ВИСІВНОГО АПАРАТА ТОЧНОГО ВИСІВУ ДЛЯ ПОСІВУ НАСІННЯ ГРЕЧКИ М. Шевченко, С. Мороз	200
ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОГО СОШНИКА ПРОСАПНОЇ СІВАЛКИ М. Дженко, С. Мороз	204
ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ НА ПРИВОД ПОДРІБНЮЮЧОГО АПАРАТА КОРМОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА КПИ–2,4 О. Жеребецький, С. Мороз	206
ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ НА ПРИВОД РІЗАЛЬНОГО АПАРАТА КОРМОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА КПИ–2,4 О. Канівець, студент; В. Сало,	208
METHOD FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE EXHAUST GAS RECIRCULATION SYSTEMS USING OZONE O. Lymar, D. Marchenko, O. Steblyuk, L. Orlovsky	211
MONITORING OF OPERATING MODES OF DIESEL POWER PLANTS: MODERN SOLUTIONS AND AREAS FOR IMPROVEMENT O. Lymar, D. Marchenko, V. Laskovy, D. Karpenko	213
PARAMETERS INFLUENCING THE INTENSITY OF WEAR OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE CYLINDERS O. Lymar, D. Marchenko, I. Okhrimenko, A. Oliyunk	215