

ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ

ДАЦЬКО О.М. – аспірантка
orcid.org/0000-0001-9610-3087

Сумський національний аграрний університет

ЗАХАРЧЕНКО Е.А. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-9291-3389

Сумський національний аграрний університет

Постановка проблеми. В останні роки Україна є лідером вирощування сільськогосподарської продукції. Урожайність і валовий збір багатьох культур стрімко збільшується, а площі, які зайняті культурами, постійно змінюються. Так, наприклад, за останні п'ять років (2015–2020 рр.) площі під кукурудзою на зерно (*Zea mays*) зросли на 24,3%, а під кормовою кукурудзою, навпаки, зменшились на 13,3%. Однак урожайність кукурудзи, а відповідно і валовий збір продукції, перебувають у постійній динаміці. Для прикладу, у 2018 році середня урожайність кукурудзи на зерно по Україні сягала 78,4 ц/га (найбільший показник за проаналізований термін), а у 2017 році показник урожайності був найменший – 55,1 ц/га [1; 2]. При тому, що за стандартної вологості врожайність кукурудзи середньопізніх гібридів може досягати і 11,2 т/га [3]. Такі великі «перепади» в урожайності сільськогосподарських культур можуть бути пояснені багатьма факторами. Перш за все на урожайність впливає клімат [4–6], а точніше кількість опадів [7–10], температура [11] і ФАР [12–14], що отримує культура. Також не менш важливим є удобрення культури [15], обробіток ґрунту [16] і вчасне застосування ЗЗР.

Важливим елементом технології вирощування будь-якої сільськогосподарської культури є основний обробіток ґрунту. При вирощуванні кукурудзи необхідно створити оптимальні умови для її кореневої системи, оскільки корені цієї культури проникають в товщу ґрунту до двох метрів [17] і потребують хорошої аерації. Для обробітку ґрунту під кукурудзу застосовують як традиційні методи (оранка, культивування, фрезерування), так і новітні (Strip-till, No-till, vertical-till і т.і.). Всі вони мають свої плюси і мінуси використання під дану культуру. Традиційні методи основного обробітку ґрунту доволі енергозатратні [18], а тому потребують використання більш потужної техніки і більшої витрати палива [19; 20], що тягне за собою підвищення собівартості кінцевого продукту. З іншого боку, новітня техніка, яку потребують технології Strip-till та No-till, коштує немалих грошей, що також може відбитися на кінцевій вартості продукту. Однак застосування цих технологій більш екологічне за рахунок підвищення вмісту органічної речовини [21; 22] і зменшення навантаження на біоту, що живе у ґрунті [23]. Під час застосування технологічної операції оранки біота ґрунту страждає за рахунок проведення обороту пласта. Це впливає на подальші процеси мінералізації і гуміфікації, які просто не можуть відбуватись, коли ґрунтова мікрофлора гине.

Метою дослідження є виявлення та аналіз переваги і недоліків кожного із основних обробітків ґрунту під кукурудзу в розрізі впливу на продуктивність культури.

Результати досліджень. *Вплив на врожайність.* Вивчення впливу обробітку ґрунту на урожайність кукурудзи досліджувалось багатьма вченими світу. Так, на чорноземах карбонатних вченими Сербії [24; 25] було виявлено перевагу традиційного обробітку ґрунту (оранка на глибину 15 см), хоча найбільш енергоефективним визначили застосування прямого посіву. Це підтверджують дані й інших вчених Східної Європи [26; 27]. Багатьма українськими вченими також було підтверджено збільшення врожайності на чорноземних ґрунтах при застосуванні оранки [28–32].

Цю гіпотезу підтверджують і досліди вчених із Китаю, які вже на темних лісових ґрунтах вивчали звичайний і нульовий обробітки ґрунту, а також No-till в поєднанні з різними видами мульчування. Було встановлено, що нульовий обробіток є більш ефективним у порівнянні зі звичайним лише при застосуванні мульчі, оскільки, застосування No-till в порівнянні з оранкою зменшило урожайність кукурудзи на 14,8% [33]. Іншими дослідниками було запропоновано використання на темних лісових ґрунтах моделі No-till/глибокий безвідвальний ґрунту. За їхніми даними, завдяки покращенню використання ґрунтової вологи урожайність кукурудзи в порівнянні з іншими варіантами значно збільшувалась [34; 35].

Однак в Україні більшість господарств все ж використовує для вирощування кукурудзи не нульовий обробіток, а саме Strip-till. Деякими вченими з Угорщини, які проводили досліди на карбонатному чорноземі, було зроблено висновок, що хоч стрічковий обробіток, за їхніми даними, і показав найнижчий результат врожайності, незалежно від удобрення, в порівнянні з оранкою на глибину 30 см і обробітком глибкорозпушувачем на 45 см, перепади урожаю між роками становили не більше ніж 2%. Тобто перевагою використання Strip-till є його порівняно «стабільні» врожаї, за рахунок кращого збереження вологи в ґрунті [36; 37]. А в умовах Чернігівської області в результаті порівняння впливу стрічкового обробітку ґрунту на глибину 12 і 18 см та прямого посіву на чорноземі типовому неглибокому малогумусному було зроблено висновок, що найбільший врожай був отриманий саме за використання Strip-till на глибину 18 см [38]. Не гірший результат Strip-till показав і в порівнянні з оранкою та безвідвальним обро-

бітками ґрунту на супіщаних ґрунтах у Бельгії при вирощуванні кукурудзи на силос. Однак збільшення врожайності при використанні стрічкового обробітку ґрунту було незначним, урожайність збільшилась на 4,94% при використанні Strip-till на глибину 25 см в порівнянні з безвідвальним обробітком на глибину 30 см [39].

Безумовно, правильно обраний обробіток ґрунту під культуру визначає не лише її врожайність, а й якість цього врожаю. Для кукурудзи важливим показником якості є вміст сухої речовини в зерні. Так, багатьма вченими було встановлено взаємозв'язок між певним обробітком ґрунту і цим показником; наприклад, вченими Китаю проведено дослідження на буроземі суглинковому й встановлено, що саме відвальний обробіток ґрунту на глибину 20 см найбільше вплинув на вміст сухої речовини, який, в порівнянні із нульовою технологією, підвищив її кількість на 19,19% [40]. Схожі дані були отримані і пакистанськими вченими на суглинкових ґрунтах, які довели, що вміст сухої речовини в рослинах кукурудзи був значно вищий за глибокого відвального обробітку ґрунту в порівнянні з нульовою технологією [41]. Вченими з Китаю, які проводили дослідження на чорноземоподібних ґрунтах прерій і порівнювали вплив відвального і глибокого безвідвального обробітків ґрунту, було доведено, що більший вміст сухої речовини в кукурудзі був саме за глибокого безвідвального обробітку [42].

Тож можемо судити про те, що зазвичай найвища урожайність кукурудзи і найвищий вміст сухої речовини забезпечується використанням оранки або глибоким обробітком ґрунту. Однак використання саме такого обробітку може не завжди бути доцільним, оскільки ґрунт виснажується, саме для цього і використовуються такі технології, як нульовий і стрічковий обробітки, що хоч і дещо зменшують урожайність, але водночас захищають ґрунт від антропогенного навантаження. Водночас деякими дослідженнями було доведено, що стрічковий обробіток в порівнянні із нульовим покращує врожайність [43]. Також важливим фактором, що впливає на урожайність, є, звичайно, клімат, що вносить корективи у статистичні показники. А при проведенні багатофакторних дослідів розмежувати вплив того чи іншого чинника від обробітку ґрунту є досить складно. Деякі вчені навіть зазначають, що за багатофакторного дослідження вплив основного обробітку ґрунту на урожайність кукурудзи на зерно надзвичайно малий [44].

Вплив на фізичні властивості ґрунту. Під час вивчення впливу обробітку ґрунту на ту чи іншу культуру важливим є не лише збільшення врожайності чи підвищення якості врожаю, а й його вплив на ґрунт [45]. Так, вченими, що проводили досліді на суглинковому ґрунті (пісок 35,2%, мул 46,61%, глина 18,19%) північного Китаю, доведено, що при застосуванні обробітку на глибину 35 і 40 см не тільки підвищується урожайність кукурудзи, а й покращується структура ґрунту і запас вологи на глибині 40–60 см [46]. Іншими вченими, також північної частини Китаю, було виявлено, що найкращий показник врожайності і ефективність використання води було досягнуто при застосуванні Mini-till. Однак за детального вивчення фізичних властивостей було зро-

блено висновок, що середній вміст води в ґрунті був вищий при застосуванні No-till з мульчуванням [47]. Ще одним дослідженням, що проводилося у тому ж регіоні, було підтверджено, що консервативний обробіток ґрунту значно впливає на об'ємну щільність ґрунту, його температуру та вміст води. При застосуванні нульового і мінімального обробітків урожайність кукурудзи падала через низьку температуру ґрунту та більший вміст води, що призводило до затримки її росту навесні [48].

Дослідженнями, що були проведені на території Польщі на супіщаних ґрунтах Luvisol, порівнювались три види обробітку ґрунту (Strip-till в один прохід, відвальний і мінімальний обробітки), що показали значну перевагу Strip-till в один прохід над іншими обробітками ґрунту. Зокрема, в ґрунті, на якому застосовується Strip-till налічувалося більше дощових черв'яків й мікроорганізмів, а також вміст доступного фосфору і калію, що й відобразилось і на урожайності культур, що вирощувались (озима пшениця і озимий ріпак) [49]. Встановлено, що індекс стійкості агрегатів 0,25–2,00 мм при застосуванні однопрохідного стрічкового обробітку був значно вищим за обробіток плугом, а для агрегатів 2,00–10,00 мм був більш стабільним, ніж за оранки чи мінімального обробітку ґрунту [50]. В умовах Лівобережного Лісостепу за тривалих досліджень встановлено кращий структурно-агрегатний склад за безвідвального обробітку – плоскорізного та мінімального без значущої різниці впливу на урожайність культур [51]. Однак деякі вчені вважають, що саме за мінімальної дії на ґрунт покращуються його фізичні властивості [52], причому при мінімізації турбування ґрунту суттєво економляться паливно-мастильні матеріали порівняно з відвальним обробітком.

Висновки. Виходячи з проаналізованої літератури, потрібно констатувати, що на параметри структурно-агрегатного складу, фізичні показники, біологічну активність ґрунту впливає певний обробіток і його глибина. На врожайність та якість основної та побічної продукції кукурудзи найпозитивніше впливає глибокий обробіток ґрунту, в той час як на фізичні властивості ґрунту найбільш позитивний вплив має саме безвідвальний. При використанні no-till та великої кількості мульчі попередника навесні може бути уповільнена поява сходів, що у північних, достатньо вологозабезпечених регіонах може привести до зниження рівня урожайності. Тому при обранні основного обробітку ґрунту потрібно виходити, перш за все, з ґрунтово-кліматичних умов поля, з повним аналізом метеоданих попередніх років та матеріально-ресурсного забезпечення господарства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Статистичний збірник «Сільське господарство України» за 2017 рік / за ред. О.М. Прокопенко ; Державна служба статистики України. Київ, 2018. 245с.
2. Статистичний збірник «Сільське господарство України» за 2020 рік / за ред. О.М. Прокопенко ; Державна служба статистики України. Київ, 2021. 230с.
3. Собко М.Г., Бутенко А.О., Філоненко А.А., Кравець В.В. Шляхи зростання ефективності виробництва зерна кукурудзи. Editorial board, 2022. 28 с.
4. Neupane, D., Adhikari, P., Bhattarai, D., Rana, B., Ahmed, Z., Sharma, U., & Adhikari, D. Does Climate

- Change Affect the Yield of the Top Three Cereals and Food Security in the World? *Earth*, 2022. 3(1). 45–71. URL: <https://doi.org/10.3390/earth3010004>.
5. Gao, Y., Zhang, A., Yue, Y., Wang, J., & Su, P. Predicting Shifts in Land Suitability for Maize Cultivation Worldwide Due to Climate Change: A Modeling Approach. *Land*, 2021. 10(3). 295. URL: <https://doi.org/10.3390/land10030295>.
 6. Wu, J. Z., Zhang, J., Ge, Z. M., Xing, L. W., Han, S. Q., Chen, S. H. E. N., Kong, F. T. Impact of climate change on maize yield in China from 1979 to 2016. *Journal of Integrative Agriculture*, 2021. 20(1), 289–299. URL: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63244-0](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63244-0).
 7. Song, Y., Tian, J., Linderholm, H.W., Wang, C., Ou, Z., & Chen, D. The contributions of climate change and production area expansion to drought risk for maize in China over the last four decades. *International Journal of Climatology*, 2021. 41, E2851-E2862. URL: <https://doi.org/10.1002/joc.6885>.
 8. Kim, M., & Sung, K. Assessment of causality between climate variables and production for whole crop maize using structural equation modeling. *Journal of Animal Science and Technology*, 2021. 63(2), 339–353. URL: <https://doi.org/10.5187/jast.2021.e36>.
 9. Maitah, M., Malec, K., & Maitah, K. Influence of precipitation and temperature on maize production in the Czech Republic from 2002 to 2019. *Sci Rep*, 2021. 11, 10467. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89962-2>.
 10. El-Sanatawy, A.M., El-Kholy, A.S.M., Ali, M.M.A., Awad, M.F., & Mansour, E. Maize Seedling Establishment, Grain Yield and Crop Water Productivity Response to Seed Priming and Irrigation Management in a Mediterranean Arid Environment. *Agronomy*, 2021. 11(4), 756. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy11040756>.
 11. Xiang, N., Hu, J., Wen, T., Brennan, M. A., Brennan, C. S., & Guo, X. Effects of temperature stress on the accumulation of ascorbic acid and folates in sweet corn (*Zea mays* L.) seedlings. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2020. 100(4), 1694–1701.
 12. Du, X., Wang, Z., Lei, W., & Kong, L. Increased planting density combined with reduced nitrogen rate to achieve high yield in maize. *Sci Rep*, 2021. 11(1), 358. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79633-z>.
 13. Yang, Y.S., Guo, X.X., Liu, H.F., Liu, G.Z., Liu, W.M., Ming, B., Xie, R.Z., Wang, K.R., Hou, P., & Li, S.K. The effect of solar radiation change on the maize yield gap from the perspectives of dry matter accumulation and distribution. *Journal of Integrative Agriculture*, 2021. 20(2), 482–493. URL: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63581-X](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63581-X).
 14. Guo, X., Yang, Y., Liu, H., Liu, G., Liu, W., Wang, Y., Zhao, R., Ming, B., Xie, R., Wang, K., Hou, P., Xiao, C., & Li, S. Effects of solar radiation on root and shoot growth of maize and the quantitative relationship between them. *Crop Science*, 2021. 61(2), 1414–1425. URL: <https://doi.org/10.1002/csc2.20416>.
 15. Li, G. H., Cheng, Q., Long, L.I., Lu, D.L., & Lu, W.P. N, P and K use efficiency and maize yield responses to fertilization modes and densities. *Journal of Integrative Agriculture*, 2021. 20(1), 78–86. URL: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63214-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63214-2).
 16. Gotosa, J., Kodzwa, J., Gwenz, W., & Nyamangara, J. Maize nitrogen uptake and productivity under reduced and conventional tillage. *Nutr Cycl Agroecosyst*, 2021. 119(1), 23–36. URL: <https://doi.org/10.1007/s10705-020-10104-7>.
 17. Вольвач, В. О., Толмачова, А. В., & Колосовська, В. В. Методичні вказівки до лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Біологія» на тему: «Морфологія та анатомія рослин. Частина 1. Корінь, стебло, квітка» для студентів першого року навчання денної та заочної форми за спеціальністю 101 «Екологія», рівень вищої освіти «бакалавр». Одеса, ОДЕКУ, 2020 р. 50 с.
 18. Moitzi, G., Schueller, M., Szalay, T., Wagentristl, H., Refenner, K., Weingartmann, H., Boxberger, J., & Gronauer, A. Energy Consumption and Energy Efficiency of Different Tillage Systems in the Semi-Arid Region of Austria. *Agriculture Engineering*, 2013. 4, 25–33.
 19. Mileusnić, Z.I., Petrović, D.V., & Đević, M.S. Comparison of tillage systems according to fuel consumption. *Energy*, 2010. 35(1), 221–228. URL: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2009.09.012>.
 20. Akbarnia, A., & Farhani, F. Study of fuel consumption in three tillage methods. *Research in Agricultural Engineering*, 2014. 60(4), 142–147.
 21. Rusu, T. Energy efficiency and soil conservation in conventional, minimum tillage and no-tillage. *International Soil and Water Conservation Research*, 2014. 2(4), 42–49. URL: [https://doi.org/10.1016/S2095-6339\(15\)30057-5](https://doi.org/10.1016/S2095-6339(15)30057-5).
 22. Moraru, P.I., & Rusu, T. No-tillage and minimum tillage systems with reduced energy consumption and soil conservation in the hilly areas of Romania. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 2013. 11(2), 1227–1231.
 23. Delitte, M., Caulier, S., Bragard, C., & Desoignies, N. Plant Microbiota Beyond Farming Practices: A Review. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2021. 5, 66. URL: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.624203>.
 24. Momirović, N., Dolijanović, Ž., Oljač, M. V., & Videnovi, Ž. Long term effects of different tillage systems influencing yield and energy efficiency in maize (*Zea mays* L.). *Poljoprivredna tehnika*, 2011. 36(1), 97–104.
 25. Videnović, Ž., Simić, M., Srdić, J., & Dumanović, Z. Long term effects of different soil tillage systems on maize (*Zea mays* L.) yields. *Plant, Soil and Environment*, 2011. 57(4), 186–192. URL: <https://doi.org/10.17221/443/2010-PSE>.
 26. Simić, M., Dragičević, V., Mladenović Drnić, S., Vukadinović, J., Kresović, B., Tabaković, M., & Brankov, M. The contribution of soil tillage and nitrogen rate to the quality of maize grain. *Agronomy*, 2020. 10(7), 976. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy10070976>.
 27. Burtan, L., Ţopa, D., Jiţăreanu, G., Calistru, A.E., Răus, L., Cara, I.G., Sîrbu, C., & Cioroianu, T. The influence of conservative tillage systems on physico-chemical properties and yield under a cambic chernozem from northeastern part of Romania. *Romanian agricultural research*, 2020. 37, 141–149.
 28. Коваленко І.М., Масик І.М. Вплив технології вирощування кукурудзи на зерно на урожайність та економічну ефективність в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Таверійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2018. № 99. С. 67–76.

29. Масик І.М., Захарченко Е.А. Продуктивність та економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно за різних систем основного обробітку ґрунту в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В.В. Докучаєва. Серія: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів*, 2017. № 1. С. 146–154.
30. Масик І.М., Коплик Т.С., Рогіз О.Є., Попко В.П., Надольний Р.Г. Деякі технологічні аспекти вирощування кукурудзи на зерно в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Education and science of today: intersectoral issues and development of sciences*, 2021. № 2. С. 16–18. URL: <https://doi.org/10.36074/logos-19.03.2021.v2.03>.
31. Тараненко С.В., Чайка Т.О., Тюпка Я.М. Агроекономічна ефективність різних способів основного обробітку ґрунту на посівах кукурудзи. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 4. С. 66–72. URL: <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.04.08>.
32. Маслійов С.В., Маслійов Є.С., Циганкова Н.А., Рудаков В.С. Ріст, розвиток і врожайність цукрової кукурудзи залежно від видів основного обробітку ґрунту. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. № 2020(4). С. 53–60. URL: <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.06>.
33. Dai, Z., Hu, J., Fan, J., Fu, W., Wang, H., & Hao, M. (2021). No-tillage with mulching improves maize yield in dryland farming through regulating soil temperature, water and nitrate-N. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 309, 107288. URL: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107288>.
34. Li, S., Wu, X., Liang, G., Gao, L., Wang, B., Lu, J., Abdelrhman, A. A., Song, X., Zhang, M., Zheng, F., & Degré, A. Is least limiting water range a useful indicator of the impact of tillage management on maize yield? *Soil and Tillage Research*, 2020. 199, 104602. URL: <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104602>.
35. Liu, D., Zhang, X., & Wang, X. Effects of different tillage patterns on soil properties, maize yield and water use efficiency in Weibei Highland, China. *The Journal of Applied Ecology*, 2018. 29(2), 573–582. URL: <https://doi.org/10.13287/j.1001-9332.201802.023>.
36. Bramdeo, K., & Rátonyi, T. Effect and interaction of crop management factors and crop year on the yield of maize (*Zea mays* L.). *Acta Agraria Debreceniensis*, 2020. 2, 31–41. <https://doi.org/10.34101/ACTAAGRAR/2/7406>.
37. Bramdeo, K., & Rátonyi, T. Effect of tillage and fertiliser treatments on yield of maize (*Zea mays* L.) hybrids. *Columella: journal of agricultural and environmental sciences*, 2020. 7(1), 57–65. doi.org/10.18380/SZIE.COLUM.2020.7.1.57.
38. Давиденко Г.А. Порівняльна оцінка технологій прямого висіву і стрип-тіллу при вирощуванні кукурудзи на зерно в умовах СТОВ Дружба-Нова Варвинського району Чернігівської області. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*. 2017. № 9. С. 32–38.
39. Vanden Nest, T., & Ruyschaert, G. Strip-till for maize in sandy loam soils: Importance of tillage depth, preceding cover crops and fertilization technique. In H. Boizard, & J. Roger-Estrade (Eds.). *Proceedings of the 21th ISTRO International Conference*. 2018. С. 66–67.
40. Shen, Y., Zhang, T., Cui, J., Chen, S., Han, H., & Ning, T. Subsoiling increases aggregate-associated organic carbon, dry matter, and maize yield on the North China Plain. *PeerJ*, 2021. 9, e11099. URL: <https://doi.org/10.7717/peerj.11099>.
41. Memon, S. Q., Mirjat, M. S., Mughal, A. Q., & Amjad, N. Effects of different tillage and fertilizer treatments on growth and yield components of maize. *Pak. J. Agri., Agril. Engg., Vet. Sci.*, 2012. 28(2), 160–176.
42. Feng, X., Hao, Y., Latifmanesh, H., Lal, R., Cao, T., Guo, J., Deng, A., Song, Z., & Zhang, W. Effects of subsoiling tillage on soil properties, maize root distribution, and grain yield on mollisols of Northeastern China. *Agronomy Journal*, 2018. 110(4), 1607–1615. URL: <https://doi.org/10.2134/agronj2018.01.0027>.
43. Potratz, D.J., Mourtzinis, S., Gaska, J., Lauer, J., Arriaga, F.J., & Conley, S.P. Strip-till, other management strategies, and their interactive effects on corn grain and soybean seed yield. *Agronomy Journal*, 2020. 112(1), 72–80. URL: <https://doi.org/10.1002/AGJ2.20067>.
44. Todorova, N., & Stratieva, S. Effect of Irrigation, Fertilization, Soil Tillage and Some Other Factors on Maize Yield. *Proceeding of BALWOIS 2008 Conference on Water Observation and Information System for Decision Support. Ohrid, Republic of Macedonia*, 2008. 27–31.
45. Zakharchenko, E.A., & Mishchenko, Y.H. (2017). Impact of different tillage practices and green manure on physical properties of Chernozem soil. *Degradation and revitalization of soil and landscape : proceedings : International conference, (10-13 September 2017). Czech Republic : Palacky University in Olomouc*, 51.
46. Wang, S., Guo, L., Zhou, P., Wang, X., Shen, Y., Han, H., Ning, T., & Han, K. Effect of subsoiling depth on soil physical properties and summer maize (*Zea mays* L.) yield. *Plant, Soil and Environment*, 2019. 65, 131–137. URL: <https://doi.org/10.17221/703/2018-PSE>.
47. Li, J., Wang, Y., Guo, Z., Li, J., Tian, C., Hua, D., Shi, C., Wang, H., Han, J., & Xu, Y. Effects of Conservation Tillage on Soil Physicochemical Properties and Crop Yield in an Arid Loess Plateau, China. *Sci Rep*, 2020. 10, 4716. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61650-7>.
48. Wang, H., Wang, L., Gao, W., & Ren, T. Temporal Changes of Soil Physical Properties in Maize Growing Season as Affected by Long-term Tillage Treatments in Northeast China. *Proceedings of the 21th ISTRO International Conference*, 2018. 68–69.
49. Jaskulska, I., Romanekas, K., Jaskulski, D., & Wojewódzki, P. A Strip-Till One-Pass System as a Component of Conservation Agriculture. *Agronomy*, 2020. 10(12), 2015. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy10122015>.
50. Jaskulska, I., Romanekas, K., Jaskulski, D., Gałęzowski, L., Breza-Boruta, B., Dębska, B., & Lemanowicz, J. Soil properties after eight years of the use of strip-till one-pass technology. *Agronomy*, 2020. 10(10), 1596. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy10101596>.
51. Захарченко Е.А., Дацько О.М. Вміст легкогідролізованого азоту та структурність ґрунту за різних способів основного обробітку ґрунту. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: «Агрономія і біологія»*. 2018. № 9(36). С. 119–124.

52. Alori, E.T., Adekiya, A. O., & Adegbite, K.A. Impact of Agricultural Practices on Soil Health. In A. Varma & B. Giri (Eds.), *Soil Health*. 2020. 89–98. Springer International Publishing. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-44364-1>.

REFERENCES:

- Statystychnyi zbirnyk "Sil'ske hospodarstvo Ukrainy" za 2017 (O. M. Prokopenko redaktor). (2018). [The Statistical Yearbook "Agriculture of Ukraine" for 2017]. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. 245. [in Ukrainian].
- Statystychnyi zbirnyk "Sil'ske hospodarstvo Ukrainy" za 2020 (O. M. Prokopenko redaktor). (2021). [The Statistical Yearbook "Agriculture of Ukraine" for 2020]. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. 230 [in Ukrainian].
- Sobko, M. H., Butenko, A. O., Filonenko, A. A., & Kravets, V. V. (2022). Shliakhy zrostantia efektyvnosti vyrobnytstva zerna kukurudzy. [Ways to increase the efficiency of maize grain production]. Editorial board, 28 [in Ukrainian].
- Neupane, D., Adhikari, P., Bhattarai, D., Rana, B., Ahmed, Z., Sharma, U. & Adhikari, D. (2022). Does Climate Change Affect the Yield of the Top Three Cereals and Food Security in the World? *Earth*, 3(1), 45-71. <https://doi.org/10.3390/earth3010004>
- Gao, Y., Zhang, A., Yue, Y., Wang, J., & Su, P. (2021). Predicting Shifts in Land Suitability for Maize Cultivation Worldwide Due to Climate Change: A Modeling Approach. *Land*, 10(3), 295. <https://doi.org/10.3390/land10030295>
- Wu, J. Z., Zhang, J., Ge, Z. M., Xing, L. W., Han, S. Q., Chen, S. H. E. N., & Kong, F. T. (2021). Impact of climate change on maize yield in China from 1979 to 2016. *Journal of Integrative Agriculture*, 20(1), 289-299. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63244-0](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63244-0)
- Song, Y., Tian, J., Linderholm, H.W., Wang, C., Ou, Z., & Chen, D. (2021). The contributions of climate change and production area expansion to drought risk for maize in China over the last four decades. *International Journal of Climatology*, 41, E2851-E2862. <https://doi.org/10.1002/joc.6885>
- Kim, M., & Sung, K. (2021). Assessment of causality between climate variables and production for whole crop maize using structural equation modeling. *Journal of Animal Science and Technology*, 63(2), 339-353. <https://doi.org/10.5187/jast.2021.e36>
- Maitah, M., Malec, K., & Maitah, K. (2021). Influence of precipitation and temperature on maize production in the Czech Republic from 2002 to 2019. *Sci. Rep.*, 11, 10467. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89962-2>
- El-Sanatawy, A.M., El-Kholy, A.S.M., Ali, M.M.A., Awad, M.F., & Mansour, E. (2021). Maize Seedling Establishment, Grain Yield and Crop Water Productivity Response to Seed Priming and Irrigation Management in a Mediterranean Arid Environment. *Agronomy*, 11(4), 756. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040756>
- Xiang, N., Hu, J., Wen, T., Brennan, M. A., Brennan, C. S., & Guo, X. (2020). Effects of temperature stress on the accumulation of ascorbic acid and folates in sweet corn (*Zea mays* L.) seedlings. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(4), 1694-1701.
- Du, X., Wang, Z., Lei, W., & Kong, L. (2021). Increased planting density combined with reduced nitrogen rate to achieve high yield in maize. *Sci Rep*, 11(1), 358. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79633-z>
- Yang, Y.S., Guo, X.X., Liu, H.F., Liu, G.Z., Liu, W.M., Ming, B., Xie, R.Z., Wang, K.R., Hou, P., & Li, S.K. (2021). The effect of solar radiation change on the maize yield gap from the perspectives of dry matter accumulation and distribution. *Journal of Integrative Agriculture*, 20(2), 482-493. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63581-X](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63581-X)
- Guo, X., Yang, Y., Liu, H., Liu, G., Liu, W., Wang, Y., Zhao, R., Ming, B., Xie, R., Wang, K., Hou, P., Xiao, C., & Li, S. (2021). Effects of solar radiation on root and shoot growth of maize and the quantitative relationship between them. *Crop Science*, 61(2), 1414-1425. <https://doi.org/10.1002/csc2.20416>
- Li, G. H., Cheng, Q., Long, L.I., Lu, D.L., & Lu, W.P. (2021). N, P and K use efficiency and maize yield responses to fertilization modes and densities. *Journal of Integrative Agriculture*, 20(1), 78-86. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63214-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63214-2)
- Gotosa, J., Kodzwa, J., Gwenzi, W., & Nyamangara, J. (2021). Maize nitrogen uptake and productivity under reduced and conventional tillage. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, 119(1), 23–36. <https://doi.org/10.1007/s10705-020-10104-7>
- Volvach, V. O., Tolmachova, A. V., & Kolosovska, V. V. (2020). Metodichni vkazivky do laboratornykh robiz z navchalnoi dystypliny "Bioloheia" na temu: «Morfoloheia ta anatomiiia roslyn. Chastyna 1. Korin, steblo, kvitka» dlia bakalavriv dennoi ta zaochnoi form navchannia Spetsialnosti – 101 «Ekoloheia» [Methodical instructions for laboratory work in the discipline "Biology" on the topic: "Morphology and anatomy of plants. Part 1. Root, stem, flower "for students of the first year of full-time and part-time study in the specialty 101" Ecology ", the level of higher education" Bachelor "]. Odesa, ODEKU. 50.[in Ukrainian].
- Moitzi, G., Schueller, M., Szalay, T., Wagenstrisl, H., Refenner, K., Weingartmann, H., Boxberger, J., & Gronauer, A. (2013). Energy Consumption and Energy Efficiency of Different Tillage Systems in the Semi-Arid Region of Austria. *Agriculture Engineering*, 4, 25-33.
- Mileusnić, Z.I., Petrović, D.V., & Đević, M.S. (2010). Comparison of tillage systems according to fuel consumption. *Energy*, 35(1), 221-228. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2009.09.012>
- Akbarnia, A., & Farhani, F. (2014). Study of fuel consumption in three tillage methods. *Research in Agricultural Engineering*, 60(4), 142–147.
- Rusu, T. (2014). Energy efficiency and soil conservation in conventional, minimum tillage and no-tillage. *International Soil and Water Conservation Research*, 2(4), 42-49. [https://doi.org/10.1016/S2095-6339\(15\)30057-5](https://doi.org/10.1016/S2095-6339(15)30057-5)
- Moraru, P.I., & Rusu, T. (2013). No-tillage and minimum tillage systems with reduced energy consumption and soil conservation in the hilly areas of Romania. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11(2), 1227-1231.
- Delitte, M., Caulier, S., Bragard, C., & Desoignies, N. (2021). Plant Microbiota Beyond Farming Practices: A Review. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 66. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.624203>

24. Momirović, N., Dolijanović, Ž., Oljač, M. V., & Videnović, Ž. (2011). Long term effects of different tillage systems influencing yield and energy efficiency in maize (*Zea mays* L.). *Poljoprivredna tehnika*, 36(1), 97-104. [in Serbian].
25. Videnović, Ž., Simić, M., Srdić, J., & Dumanović, Z. (2011). Long term effects of different soil tillage systems on maize (*Zea mays* L.) yields. *Plant, Soil and Environment*, 57(4), 186-192. <https://doi.org/10.17221/443/2010-PSE>
26. Simić, M., Dragičević, V., Mladenović Drinić, S., Vukadinović, J., Kresović, B., Tabaković, M., & Brankov, M. (2020). The contribution of soil tillage and nitrogen rate to the quality of maize grain. *Agronomy*, 10(7), 976. <https://doi.org/10.3390/agronomy10070976>
27. Burtan, L., Țopa, D., Jităreanu, G., Calistru, A.E., Răus, L., Cara, I.G., Sîrbu, C., & Cioroianu, T. (2020). The influence of conservative tillage systems on physico-chemical properties and yield under a cambic chernozem from northeastern part of Romania. *Romanian agricultural research*, 37, 141-149.
28. Kovalenko, I. M., & Masik, I. M. (2018). Vplyv tekhnolohii vyroshchuvannya kukurudzy na zerno na urozhainist ta ekonomichnu efektyvnist v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Influence of technology of growing of corn on grain on the productivity and economic efficiency in the conditions of Left-bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Tavriskiyi naukovyi visnyk : naukovyi zhurnal. – Ser. «Silskohospodarski nauky».*, 99, 67-76 [in Ukrainian].
29. Masik, I. M., Koplik, T. S., Rogiz, O. Y., Popko, V. P., & Nadolny, R. G. (2021, March 19). Deiaki tekhnolohichni aspekty vyroshchuvannya kukurudzy na zerno v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Some technological aspects of growing grain corn in the conditions of the left bank Forest Steppe of Ukraine]. *Education and science of today: intersectoral issues and development of sciences*, 2, 16-18. <https://doi.org/10.36074/logos-19.03.2021.v2.03> [in Ukrainian].
30. Masik, I. M., & Zakharchenko, E. A. (2017). Produktivnist ta ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannya kukurudzy na zerno za riznykh system osnovnoho obrobitku gruntu v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Productivity and economic efficiency of corn cultivation for grain under different systems of basic cultivation of soil in the condition of the left bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu imeni VV Dokuchaieva. Seriya: Gruntoznavstvo, ahrokhimiia, zemlerobstvo, lisove hospodarstvo, ekolohiia gruntiv*, 1, 146-154 [in Ukrainian].
31. Taranenko, S. V., Chaika, T. O., & Tiupka, Y. M. (2019). Ahroekonomichna efektyvnist riznykh sposobiv osnovnoho obrobitku gruntu na posivakh kukurudzy [Agro-economic efficiency of different basic soil tillage methods on maize areas]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, (4), 66-72. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.04.08> [in Ukrainian].
32. Masliiov, S. V., Masliiov, Y. S., Tsygankova, N. A., & Rudakov, V. S. (2020). Rist, rozvytok i vrozhainist tsukrovoy kukurudzy zalezno vid vydiv osnovnoho obrobitku gruntu [Growth, development and yield of sweet corn depending on the types of basic tillage]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, (4), 53-60. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.06> [in Ukrainian].
33. Dai, Z., Hu, J., Fan, J., Fu, W., Wang, H., & Hao, M. (2021). No-tillage with mulching improves maize yield in dryland farming through regulating soil temperature, water and nitrate-N. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 309, 107288. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107288>
34. Li, S., Wu, X., Liang, G., Gao, L., Wang, B., Lu, J., Abdelrhman, A. A., Song, X., Zhang, M., Zheng, F., & Degré, A. (2020). Is least limiting water range a useful indicator of the impact of tillage management on maize yield? *Soil and Tillage Research*, 199, 104602. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104602>
35. Liu, D., Zhang, X., & Wang, X. (2018). Effects of different tillage patterns on soil properties, maize yield and water use efficiency in Weibei Highland, China. *The Journal of Applied Ecology*, 29(2), 573-582. <https://doi.org/10.13287/j.1001-9332.201802.023>
36. Bramdeo, K., & Rátónyi, T. (2020). Effect and interaction of crop management factors and crop year on the yield of maize (*Zea mays* L.). *Acta Agraria Debreceniensis*, 2, 31-41. <https://doi.org/10.34101/ACTAAGRAR/2/7406>
37. Bramdeo, K., & Rátónyi, T. (2020). Effect of tillage and fertiliser treatments on yield of maize (*Zea mays* L.) hybrids. *Columella: Journal of agricultural and environmental sciences*, 7(1), 57-65. doi.org/10.18380/SZIE.COLUM.2020.7.1.57
38. Davydenko, G. A. (2017). Porivnialna otsinka tekhnolohii priamoho vysivu i stryp-tillu pry vyroshchuvanni kukurudzy na zerno v umovakh STOV Druzhba-Nova Varvynskoho raionu Chernihivskoi oblasti [Comparative evaluation of No-till and Strip-till technologies in the growing of corn on farm "Druzhba-Nova" Varva district, Chernihiv region]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya: Ahronomiia i biolohiia*, (9), 32-38 [in Ukrainian].
39. Vanden Nest, T., & Ruyschaert, G. (2018). Strip-till for maize in sandy loam soils: Importance of tillage depth, preceding cover crops and fertilization technique. In H. Boizard, & J. Roger-Estrade (Eds.). *Proceedings of the 21th ISTRO International Conference*, 66-67.
40. Shen, Y., Zhang, T., Cui, J., Chen, S., Han, H., & Ning, T. (2021). Subsoiling increases aggregate-associated organic carbon, dry matter, and maize yield on the North China Plain. *PeerJ*, 9, e11099. <https://doi.org/10.7717/peerj.11099>
41. Memon, S. Q., Mirjat, M. S., Mughal, A. Q., & Amjad, N. (2012). Effects of different tillage and fertilizer treatments on growth and yield components of maize. *Pak. J. Agri., Agril. Engg., Vet. Sci*, 28(2), 160-176.
42. Feng, X., Hao, Y., Latifmanesh, H., Lal, R., Cao, T., Guo, J., Deng, A., Song, Z., & Zhang, W. (2018). Effects of subsoiling tillage on soil properties, maize root distribution, and grain yield on mollisols of Northeastern China. *Agronomy Journal*, 110(4), 1607-1615. <https://doi.org/10.2134/agronj2018.01.0027>
43. Potratz, D.J., Mourtzinis, S., Gaska, J., Lauer, J., Arriaga, F.J., & Conley, S.P. (2020). Strip-till, other management strategies, and their interactive effects on corn grain and soybean seed yield. *Agronomy Journal*, 112(1), 72-80. <https://doi.org/10.1002/AGJ2.20067>.
44. Todorova, N., & Stratieva, S. (2008). Effect of Irrigation, Fertilization, Soil Tillage and Some Other Factors on Maize Yield. *Proceeding of BALWOIS 2008 Conference on Water Observation and Information System for Decision Support*. Ohrid, Republic of Macedonia, 27-31.

45. Zakharchenko, E. A., & Mishchenko, Y.H. (2017). Impact of different tillage practices and green manure on physical properties of Chernozem soil. Degradation and revitalization of soil and landscape : proceedings : International conference, (10-13 September 2017). Czech Republic : Palacky University in Olomouc, 51.
46. Wang, S., Guo, L., Zhou, P., Wang, X., Shen, Y., Han, H., Ning, T., & Han, K. (2019). Effect of subsoiling depth on soil physical properties and summer maize (*Zea mays* L.) yield. *Plant, Soil and Environment*, 65, 131-137. <https://doi.org/10.17221/703/2018-PSE>
47. Li, J., Wang, Y., Guo, Z., Li, J., Tian, C., Hua, D., Shi, C., Wang, H., Han, J., & Xu, Y. (2020). Effects of Conservation Tillage on Soil Physicochemical Properties and Crop Yield in an Arid Loess Plateau, China. *Sci Rep*, 10, 4716. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61650-7>
48. Wang, H., Wang, L., Gao, W., & Ren, T. (2018). Temporal Changes of Soil Physical Properties in Maize Growing Season as Affected by Long-term Tillage Treatments in Northeast China. *Proceedings of the 21th ISTRO International Conference*, 68-69.
49. Jaskulska, I., Romaneckas, K., Jaskulski, D., Gałęzowski, L., Breza-Boruta, B., Dębska, B., & Lemanowicz, J. (2020). Soil properties after eight years of the use of strip-till one-pass technology. *Agronomy*, 10(10), 1596. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101596>
50. Jaskulska, I., Romaneckas, K., Jaskulski, D., & Wojewódzki, P. (2020). A Strip-Till One-Pass System as a Component of Conservation Agriculture. *Agronomy*, 10(12), 2015. <https://doi.org/10.3390/agronomy10122015>
51. Zakharchenko E. A., Datsko O. M. (2018). Vmist lehkohidrolizovanoho azotu ta strukturnist hruntu za riznykh sposobiv osnovnoho obrobitku hruntu [Content of hydrolyzed nitrogen and soil structure under different methods of tillage]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu. Seriya: Ahronomiia i biolohiia*, 9 (36), 119-124 [in Ukrainian].
52. Alori, E.T., Adekiya, A. O., & Adegbite, K.A. (2020). Impact of Agricultural Practices on Soil Health. In A. Varma & B. Giri (Eds.), *Soil Health*, Springer International Publishing, 89-98. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-44364-1>

Дацько О.М., Захарченко Е.А. Особливості впливу основного обробітку ґрунту при вирощуванні кукурудзи

Україна за останні роки все більше нарощує своє лідерство серед експорту сільськогосподарських культур, зокрема і кукурудзи, на зерно. Так, за останні п'ять років (2015–2020) площі, на яких вирощується культура, щороку зростали, однак врожайність постійно варіювала. Хоча головними чинниками, що впливають на врожайність, є агрокліматичні умови, удобрення і своєчасне застосування засобів захисту рослин, однак основний обробіток ґрунту також відіграє важливу роль. Серед найпопулярніших в Україні способів обробітку ґрунту є оранка, Strip-till і No-till, однак звичайно практикуються і інші. Кожен із них має свої переваги і недоліки.

Оскільки вибір того чи іншого обробітку ґрунту безпосередньо впливає на урожайність і на якість продукції, що вирощується. Тому **метою статті** є виявлення сильних і слабких сторін обробітків ґрунту з огляду на вплив на урожайність культури, вміст сухої речовини у рослинах, а також вплив на фізичні властивості ґрунту за літературними даними вчених світу. **Результати.** У статті висвітлюється позитивний вплив традиційних (відвальних) технологій обробітку на урожайність кукурудзи і вміст сухої речовини в рослинах. Однак дані з приводу впливу на фізичні властивості ґрунту є доволі суперечливими. Залежно ґрунту, кліматичних умов, удобрення та ін. вплив обробітку на фізичні властивості ґрунту доволі сильно варіює. Особливо добре це питання досліджено вченими з Китаю. **Висновки.** Неможливо однозначно виділити обробіток ґрунту, який був би ідеальним для вирощування кукурудзи на зерно на чорноземних ґрунтах. Однак деякі дослідники вважають, що найкраще на фізичні властивості ґрунту впливає саме мінімальний обробіток. Кожен із обробітків впливає на проаналізовані параметри по-своєму. Тому кожне господарство повинно обирати основний обробіток ґрунту під кукурудзу за кінцевим результатом, що воно прагне отримати.

Ключові слова: *Zea mays*, оранка, Strip-till, No-till, урожайність, обробіток.

Datsko O.M., Zakharchenko E.A. The characteristics of tillage methods under maize cultivation

In recent years, Ukraine has increasingly increased its leadership in the export of agricultural crops, including grain corn. Thus, for the last five years (2015–2020) the area under cultivation has been growing every year, but the yield has been constantly varying. Although the main factors influencing yields are agro-climatic conditions, fertilizers and timely application of plant protection products, however, the soil tillage also plays an important role. Among the most popular methods of tillage in Ukraine are plowing, Strip-till and No-till, however, others are usually practiced. Each of them has its advantages and disadvantages. Because the choice of a particular tillage directly affects the yield and quality of products grown. Therefore, **the aim of this article** is to identify the strengths and weaknesses of tillage in terms of the impact on crop yields, dry matter content in plants, as well as the impact on the physical properties of the soil using scientific literature around the world. **Results.** The positive influence of traditional (plowing) tillage technologies on corn yield and dry matter content in plants is highlighted. However, data on the impact on the physical properties of the soil are quite contradictory. Depending on the soil, climatic conditions, fertilizers, etc. the effect of tillage on the physical properties of the soil varies considerably. This question has been particularly well studied by Chinese scientists. Therefore, it is impossible to unambiguously identify tillage that would be ideal for growing grain corn. However, some researchers believe that the physical properties of the soil are best influenced by minimal tillage. Each of the treatments affects the analyzed parameters in its own way. Therefore, each farm should choose the main tillage for corn based on the end result it seeks to obtain.

Key words: *Zea mays*, plowing, Strip-till, No-till, yield, tillage.