

The influence of the methods of main tillage on the yield of maize hybrids in the conditions of the Left Bank Forest Steppe

V. Hanhur | M. Marenych | L. Yermko | A. Shostia | D. Puzyr | A. Kyrlytsia

Article info

Correspondence Author

V. Hanhur

E-mail:

volodymyr.hanhur@pdaa.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda St., 1/3, Poltava,
36000, Ukraine

Citation: Hanhur, V., Marenych, M., Yermko, L., Shostia, A., Puzyr, D., & Kyrlytsia, A. (2023). The influence of the methods of main tillage on the yield of maize hybrids in the conditions of the Left Bank Forest Steppe. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 19–23. doi: 10.31210/spi2023.26.04.04

Corn (*Zea mays* L.) due to important economic and valuable properties has a wide range of uses, including food and fodder as well as industrial use (raw materials for bioethanol and biogas production). The technology of primary tillage is an important agrotechnical methods for regulating the level of realization of the genetic potential of corn productivity. The studies conducted on the experimental field of the Poltava State Agricultural Research Institute named after M. I. Vavilov during 2022–2023 found that the early-ripening hybrid Kvitnevyyi 187 MV had the lowest pre-harvest grain moisture content when surface tillage was carried out to a depth of 8–10 cm (16.8 %). When the hybrid was grown on the basis of flat-cut tillage and plowing to a depth of 25–27 cm, the grain moisture content increased by 0.4 and 1.7 % (absolute), respectively. The grain of the mid-early ripening hybrid Orzhysia 237 MV better released moisture on the background of plowing to a depth of 25–27 cm, and in the variants of moldboardless tillage, an increase in the moisture content by 0.8–1.2 % (absolute) was observed. A similar tendency was found in the middle-ripening hybrid Bystrytsia 400 MV. According to the results of the research, it was found that the early-ripening hybrid Kvitnevyyi 187 MV and the medium-early ripening hybrid Orzhysia 237 MV formed the highest and almost the same yield (7.59 and 7.45 t/ha, respectively) with plowing and flat-cutting tillage to a depth of 25–27 cm. A significant decrease in the yield of these corn hybrids was observed with surface tillage by 8–10 cm. The difference in yield compared to the best tillage options was 0.26–0.40 and 0.21–0.23 t/ha, respectively. The medium-ripening hybrid Bystrytsia 400 MV formed the maximum yield (7.91 t/ha) when carrying out shelf cultivation to a depth of 25–27 cm. In the case of changing plowing for loosening the soil with flat-cutting tools to a similar depth or carrying out surface tillage to a depth of 8–10 cm, a significant decrease in grain yield was noted, respectively, by 0.64 and 0.95 t/ha or 8.1 and 12.0 %.

Keywords: Maize (*Zea mays* L.), shelf cultivation, no-shelf cultivation, depth of cultivation, grain moisture, yield.

Вплив способів основного обробітку ґрунту на урожайність гібридів кукурудзи в умовах Лівобережного Лісостепу

В. В. Гангур | М. М. Маренич | Л. С. Єремко | А. М. Шостя | Д. О. Пузир | А. О. Кирлиця

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Кукурудза (*Zea mays* L.) завдяки важливим господарсько-цінним властивостям має різноманітне використання, зокрема як продовольча і зернофуражна, так і технічна культура (сировина для виробництва біоетанолу та біогазу). Дослідження, які проведено на дослідному полі Полтавської ДСГДС імені М. І. Вавилова впродовж 2022–2023 рр., свідчать, що у ранньостиглого гібрида Квітневий 187 МВ найнижча передзбиральна вологість зерна була за умов проведення поверхневого обробітку ґрунту на глибину 8–10 см (16,8 %). За умови вирощування гібрида на фоні плоскорізного обробітку та оранки на глибину 25–27 см вологість зерна зросла, відповідно на 0,4 і 1,7 % (абсолютних). Зерно середньораннього гібрида Оржиця 237 МВ краще віддавало вологу на фоні оранки на глибину 25–27 см, а на варіантах безпліцевого обробітку ґрунту спостерігали збільшення її вмісту на 0,8–1,2 % (абсолютних). Таку ж тенденцію виявлено і в середньостиглого гібрида Бистриця 400 МВ. За результатами досліджень виявлено, що ранньостиглий гібрид Квітневий 187 МВ та середньоранній Оржиця 237 МВ формували найвищу і практично однакову урожайність (відповідно 7,59 і 7,45 т/га) у разі проведення оранки та плоскорізного обробітку на глибину 25–27 см. Істотне зниження урожайності цих гібридів кукурудзи спостерігали за умови поверхневого обробітку на 8–10 см. Різниця в урожайності порівняно з кращими варіантами обробітку ґрунту становила, відповідно 0,26–0,40 і 0,21–0,23 т/га. Середньостиглий гібрид Бистриця 400 МВ максимальну урожайність (7,91 т/га) формував за умови проведення пліцевого обробітку на глибину 25–27 см. У разі заміни оранки на розпушування ґрунту знаряддями плоскорізного типу на аналогічну глибину або проведення поверхневого обробітку на глибину 8–10 см відзначено істотне зниження урожайності зерна, відповідно на 0,64 і 0,95 т/га або 8,1 і 12,0 %.

Ключові слова: Кукурудза (*Zea mays* L.), пліцевий обробіток, безпліцевий обробіток, глибина обробітку, вологість зерна, урожайність.

Бібліографічний опис для цитування: Гангур В. В., Маренич М. М., Єремко Л. С., Шостя А. М., Пузир Д. О., Кирлиця А. О. Вплив способів основного обробітку ґрунту на урожайність гібридів кукурудзи в умовах Лівобережного Лісостепу. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 19–23.

Вступ

У групі зернових культур, які вирощують в межах України, важливе значення у забезпеченні продовольчої безпеки належить пшениці озимій та кукурудзі. Упродовж останніх років кукурудза (*Zea mays* L.) посідає друге місце серед сільськогосподарських культур за площею посіву і перше – за валовим збором зерна. Важливість цієї культури полягає у різнобічному її використанні, зокрема на кормові і харчові цілі, її використовують і як сировину для виробництва біоетанолу та біогазу.

Серед агротехнічних прийомів, за допомогою яких досягають підвищення реалізації генетично обумовленого потенціалу продуктивності сільськогосподарських культур, зокрема і кукурудзи, важлива роль належить технології обробітку ґрунту [3, 4]. Тривалі наукові дослідження в різних ґрунтово-кліматичних зонах свідчать, що обробіток ґрунту є тим агротехнічним заходом, який забезпечує цілеспрямований вплив на зміну агрофізичних показників ґрунту, його водний та поживний режими [14, 15, 17]. Починаючи із другої половини двадцятого сторіччя, у світовому землеробстві набули розвитку тенденції щодо перегляду традиційних підходів до формування технологій обробітку ґрунту, які передбачали можливість як зменшення глибини розпушування, так і скорочення кількості проходів агрегатів. У цей період набули поширення переконання щодо необхідності переходу на технології мінімального та нульового обробітку, головними перевагами яких є зменшення шкідливого антропогенного впливу на ґрунт та значне скорочення енерго-ресурсних витрат [2, 5, 10, 19, 22, 23].

Багаторічні результати досліджень, які одержано в різних ґрунтово-кліматичних зонах України, свідчать про позитивний вплив глибокого основного обробітку ґрунту на покращення росту, розвитку рослин та кращій реалізації потенціалу продуктивності гібридів кукурудзи [8]. Низка науковців, відзначаючи переваги глибокого полицевого (оранка) або безполицевого (плоскорізний, чизельний та інші) обробітку ґрунту, зауважують, що ці способи порівняно із мілким або поверхневим виявилися і найбільш енерго- та ресурсовитратними. Наслідком цього стало істотне зниження показників ефективності господарювання в сучасних економічних умовах [1].

Дослідження С. В. Тараненка, Т. О. Чайки, Я. М. Тюпки [13] свідчать, що проведення поверхневого обробітку на глибину 12–14 см призводило до зниження зернової продуктивності кукурудзи на 1,61 т/га порівняно із полицевим. Автори зазначають, що за умови розпушування ґрунту знаряддями плоскорізного типу одержано практично такий же рівень урожайності зерна, як і за умови поверхневого обробітку.

У дослідях Полтавської ДСГДС ім. М. І. Вавилова спостерігали неоднакову реакцію гібридів кукурудзи різних груп стиглості на способи основного обробітку ґрунту. Так, у разі проведення поверхневого і плоскорізного обробітку ґрунту відзначено зниження урожайності зерна ранньостиглого гібриду ДН Патріот на 0,05–0,23 т/га, а середньораннього

гібрида ДН Фіеста – на 0,17–0,58 т/га порівняно з полицевим обробітком. Водночас середньостиглий гібрид ДН Джулія мав найвищий рівень продуктивності на фоні поверхневого обробітку ґрунту. За умови плоскорізного та полицевого обробітку спостерігали зниження урожайності зерна, відповідно на 0,37 і 0,50 т/га або 4,9 і 6,6 %, відносно поверхневого способу обробітку ґрунту [9]. Таку ж закономірність видно і за результатами досліджень Сумського НАУ, які одержано впродовж 2018–2020 рр. Встановлено, що зернова продуктивність гібрида Донор (FAO 310) не зазнавала змін залежно від обробітку ґрунту, однак гібриди Зоряний (FAO 190) та Лелека (FAO 260) формували найвищу врожайність за умови оранки, істотно не реагуючи на проведення інших способів основного обробітку ґрунту [12].

Низка науковців відзначають, що за допомоги різних способів основного обробітку ґрунту можна дієво впливати на формування водного режиму ґрунтів, а наслідком цього є збільшення урожайності культури, яке забезпечується ефектом від використання ресурсу вологи [20, 21, 24].

Отже, проведений аналіз джерел наукової літератури свідчить, що серед науковців немає одноголосної думки щодо впливу різних способів, глибини основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Тому цей напрям досліджень є актуальним.

Мета дослідження

Мета досліджень – з'ясувати вплив різних способів основного обробітку ґрунту на урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості.

Завдання дослідження: дослідити вплив способів основного обробітку ґрунту на передзбиральну вологість зерна у гібридів кукурудзи різних груп стиглості; вивчити вплив полицевого та безполицевого розпушування на зернову продуктивність гібридів кукурудзи.

Матеріали і методи

Дослідження проводили на дослідному полі Полтавської ДСГДС імені М. І. Вавилова впродовж 2022–2023 рр. в умовах короткотермінового польового досліду. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий, із вмістом гумусу в орному шарі ґрунту 4,1 %. Вміст основних елементів живлення такий: азоту, що легко гідролізується – 7,1 мг/100 г ґрунту (за Тюрнімом та Кононовою); рухомого фосфору – 12,8 мг/100 г ґрунту (за Чириковим); обмінного калію – 17,3 мг/100 г ґрунту (за Масловою); рН сольової витяжки ґрунтового розчину – 6,2.

Загальна посівна площа ділянки становила 84 м², а облікової – 28,0 м². Повторність варіантів досліду триразова. Сівбу гібридів кукурудзи у досліді проводили широкорядним способом (ширина міжрядь 0,7 м). Норму висіву розраховували на кінцеву густоту рослин до часу збирання: для ранньостиглого гібрида Квітневий 187 МВ густота становила 60 тис. рослин/га, середньораннього гібрида

Оржиця 237 МВ – 55 тис. рослин/га, середньостиглого гібрида Бистриця 400 МВ – 50 тис. рослин/га. Розміщення варіантів і повторень у просторі рендомізоване. Технологія вирощування культури була загальноприйнята для сільськогосподарських підприємств Лівобережного Лісостепу, за винятком елементів, що вивчали.

Вологість зерна гібридів кукурудзи визначали перед збиранням урожаю термостатно-ваговим методом.

Облік урожайності насіння кукурудзи проводили суцільно з облікової площі ділянки шляхом ручного видалення качанів із подальшим їх обмолотом. Після цього качани підсушували до повітряно-сухого стану та проводили їх обтрушування для визначення виходу зерна. Урожайність зерна з облікової ділянки перераховували на один гектар за умови стандартної для культури вологості 14 %. Зважаючи на ці розрахунки, брали до уваги такі показники: урожайність качанів з облікової площі ділянки, передзбиральна вологість зерна, вихід зерна з качана.

Одержані експериментальні дані польового дослідження оброблено за методами дисперсійного і кореляційно-регресійного аналізу [16].

Результати та їх обговорення

Важливою господарсько-цінною ознакою вирощування кукурудзи є здатність зерна втрачати вологу під час достигання. Проведені дослідження свідчать про зміну значень вологості зерна на час збирання як за групами стиглості гібридів, так і за варіантами основного обробітку ґрунту (табл. 1).

Таблиця 1

Передзбиральна вологість зерна у гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від способів основного обробітку ґрунту, % (середнє за 2022–2023 рр.)

Назва гібридів	Способи основного обробітку ґрунту		
	оранка на глибину 25–27 см	плоскорізнний обробіток на глибину 25–27 см	поверхневий обробіток на 8–10 см
Квітневий 187 МВ	18,5	17,2	16,8
Оржиця 237 МВ	16,2	17,0	17,4
Бистриця 400 МВ	21,6	22,5	22,3

Так, ранньостиглий гібрид Квітневий 187 МВ найнижчу передзбиральну вологість зерна формував на варіанті поверхневого обробітку ґрунту на глибину 8–10 см, де вона становила 16,8 %. У разі вирощування культури на фоні плоскорізного розпушування та оранки на глибину 25–27 см відзначено підвищення вологості зерна, відповідно на 0,4 і 1,7 % (абсолютних), порівняно з варіантом поверхневого обробітку. Зерно середньораннього гібрида Оржиця 237 МВ краще віддавало вологу на фоні оранки на глибину 25–27 см, де цей показник був найменшим. На варіантах безполицевого обробітку ґрунту спостерігали підвищення вологості зерна на 0,8–1,2 % (абсолютних), порівняно із оранкою. Таку ж тенденцію щодо зміни вологості зерна на час

збирання за варіантами основного обробітку ґрунту виявлено і в середньостиглого гібрида Бистриця 400 МВ, за винятком того, що абсолютні значення цього показника були значно вищими.

Аналіз результатів досліджень свідчить, що у середньому за варіантами основного обробітку ґрунту найнижчу вологість зерна на час збирання виявлено у середньораннього гібрида Оржиця 237 МВ – 16,9 %, а у ранньостиглого Квітневий 187 МВ і середньостиглого гібриду Бистриця 400 МВ – значення цього показника були вищими, відповідно на 0,6 і 5,2 % (абсолютних).

Остаточним результатом впровадження інноваційних агротехнічних заходів у технологію вирощування польових культур є досягнутий рівень урожайності. Експериментальні дані свідчать, що способи основного обробітку ґрунту мають істотний вплив на рівень зернової продуктивності гібридів кукурудзи (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив способів основного обробітку ґрунту на урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості, т/га (середнє за 2022–2023 рр.)

Назва гібридів	Способи основного обробітку ґрунту		
	оранка на глибину 25–27 см	плоскорізнний обробіток на глибину 25–27 см	поверхневий обробіток на 8–10 см
Квітневий 187 МВ	7,59	7,45	7,19
Оржиця 237 МВ	7,59	7,57	7,36
Бистриця 400 МВ	7,91	7,27	6,96
НІР _{0,95}	фактор А (гібриди) – 0,20; фактор В (способи обробітку ґрунту) – 0,21; взаємодія факторів АВ – 0,36.		

Так, ранньостиглий гібрид Квітневий 187 МВ найбільш урожайним був за умови проведення під культуру оранки на глибину 25–27 см. За умови плоскорізного розпушування ґрунту на аналогічну глибину відзначено зниження урожайності на 0,14 т/га. Проте за результатами дисперсійного аналізу різниця за врожайністю між вищезазначеними варіантами основного обробітку ґрунту перебуває в межах НІР. Істотне зниження урожайності зерна цього гібрида кукурудзи спостерігали на варіанті поверхневого обробітку на глибину 8–10 см. Порівняно із попередніми варіантами основного обробітку різниця в урожайності становила 0,26–0,40 т/га.

Середньоранній гібрид Оржиця 237 МВ максимальну і практично однакову урожайність (відповідно 7,59 і 7,57 т/га) формував за умови проведення оранки та плоскорізного обробітку ґрунту на глибину 25–27 см. На фоні поверхневого обробітку ґрунту на глибину на 8–10 см відзначено істотне зниження урожайності зерна, яке порівняно із кращими варіантами становило 0,21–0,23 т/га.

Що стосується середньостиглого гібрида Бистриця 400 МВ, то за результатами польового експерименту відзначено більш виражену його реакцію на способи основного обробітку ґрунту.

Так, найвищу урожайність (7,91 т/га) цей гібрид кукурудзи формував за умови вирощування на фоні оранки на глибину 25–27 см. У разі проведення плоскорізного обробітку на аналогічну глибину спостерігали зниження урожайності зерна на 0,64 т/га або 8,1 %, відносно попереднього варіанту. Ще більшою була різниця за рівнем продуктивності між оранкою на 25–27 см та поверхневим обробітком на глибину 8–10 см, яка становила 0,95 т/га або 12,0 %.

Отже, результати досліджень свідчать, що ранньостиглий гібрид кукурудзи Квітневий 187 МВ та середньоранній Оржиця 237 МВ найвищий та практично однаковий рівень урожайності зерна формували за умови проведення оранки та плоскорізного розпушування ґрунту на глибину 25–27 см. Істотно нижчою була урожайність цих гібридів кукурудзи у разі поверхневого обробітку на 8–10 см. Різниця в урожайності порівняно з кращими варіантами обробітку ґрунту становила, відповідно 3,5–5,3 і 2,8–3,0 %. Середньостиглий гібрид Бистриця 400 МВ максимальну урожайність формував за умови оранки на глибину 25–27 см. Заміна оранки на плоскорізне розпушування на аналогічну глибину або проведення поверхневого обробітку на 8–10 см призводило до істотного зниження урожайності зерна.

У досліджах О. П. Якуніна, Л. І. Храмцова, О. В. Трубілова [18] також спостерігали зниження врожайності кукурудзи у разі зменшення глибини безпліцевого обробітку. Так, у разі обробітку на глибину 16–18 см урожайність зменшилася порівняно з контролем на 0,20 т/га, але більш значимим було зниження продуктивності культури за умови безпліцевого обробітку на 12–14 см (0,57 т/га).

В умовах Лівобережного Лісостепу України спостерігали зменшення урожайності зерна кукурудзи у разі заміни оранки на безпліцевий обробіток [7].

У досліджах, проведених у західній частині України, максимальну урожайність гібридів різних груп стиглості одержано на варіанті із традиційною системою основного обробітку ґрунту (11,16 т/га), а вирощування культури на фоні консервувального і мульчувального обробітку ґрунту призводило до зниження продуктивності, відповідно на 0,69 і 0,65 т/га [6]. Таку ж закономірність спостерігали і в польових досліджах С. В. Маслійова, А. М. Шевченка, Є. С. Маслійова [11].

Висновки

За результати досліджень встановлено, що ранньостиглий гібрид кукурудзи Квітневий 187 МВ та середньоранній Оржиця 237 МВ вищий рівень урожайності (відповідно, 7,59 і 7,45 та 7,59 і 7,57 т/га) формували за умови проведення оранки на глибину 25–27 см або заміни її плоскорізним розпушуванням на аналогічну глибину. Найбільш доцільним способом основного обробітку ґрунту для середньостиглого гібрида Бистриця 400 МВ є оранка на глибину 25–27 см, за результатами якої урожайність його є максимальною і становить 7,91 т/га. Поверхневий основний обробіток ґрунту на глибину 8–10 см

призводив до істотного зниження урожайності гібридів кукурудзи, що вивчали.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу способів і глибини основного обробітку ґрунту на агрофізичні показники та водоспоживання посівів.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Bakai, S. S., Hatsenko, S. V., & Zhovtonoha, M. M. (1996). Mezhi ekonomichnoi dotsilnosti vyrobnytstva zerna kukurudzy. *Biuletyn Instytutu Zernovoho Hospodarstva UAAN*, 2, 102–109. [in Ukrainian]
2. Verhunov, V. A. (2018). *Ukrainski ahrarni studii kniazia V. O. Kudasheva*. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian]
3. Gangur, V. V., Yeremko, L. S., & Rudenko, V. V. (2021). The impact of cultivation technology elements on productivity formation in maize hybrids of different maturity groups. *Taurian Scientific Herald*, 117, 37–43. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.6>
4. Hanhur, V. V., Len, O. I., & Hanhur, Yu. M. (2017). Produktyvnyy korotkorotatsiynnykh sivozmin za maksimalnoi chastky v nykh soi ta kukurudzy pry vyroshchuvanni v umovakh nedostatnoho zvolozhennia livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Zernovi Kultury*, 1-2, 313–319. [in Ukrainian]
5. Hanhur, V. V., Len, O. I., & Hanhur, Yu. M. (2015). Efekt minimalizatsii. *Farmer*, 5, 24–25. [in Ukrainian]
6. Dumych, V., Bova, D., & Krupych, O. (2023). Response of maize hybrids to tillage systems in Western Ukraine. *Technical and Technological Aspects of Development and Testing of New Machinery and Technologies for Agriculture of Ukraine*, 1 (32(46)), 162–172. [https://doi.org/10.31473/2305-5987-2023-1-32\(46\)-14](https://doi.org/10.31473/2305-5987-2023-1-32(46)-14)
7. Kovalenko, I. M., & Masyk, I. M. (2018). Vplyv tekhnolohii vyroshchuvannya kukurudzy na zerno na urozhainist ta ekonomichnu efektyvnist v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Tavriyskiy Naukovy Visnyk. Seriya: Silskohospodarski Nauky*, 99, 67–76. [in Ukrainian]
8. Kostenko, Yu. V. (1995). Produktyvnyy hibrydiv kukurudzy, vyroshchuvanoi v zoni pivnichnoho Stepu Ukrainy. *Byulletyn Instytutu Kukurudzy UAAN*, 80, 6–11. [in Ukrainian]
9. Len, O. I., Totyskiy, V. M., Hanhur, V. V., & Yeremko, L. S. (2021). The effect of fertilization system and primary soil tillage on the productivity of corn hybrids. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 52–58. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.06>
10. Maliienko, A. M., & Havrylov, S. O. (2014). Nuloviy obrobitek hruntu – perspektyvy i shliakhy yoho zaprovadzhennia v Ukraini v svitli zahalnykh zakonimirostey rozvytku ahrarnykh tekhnolohii. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 79, 9–15 [in Ukrainian]
11. Masliiov, S. V., Shevchenko, A. M., & Masliiov, Ye. S. (2020). The influence of tillage on growth, development and yield of popcorn. *Taurian Scientific Herald*, 2 (116), 14–20. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.2.3>
12. Petrenko, S. (2020). Soil water regime in the fields of corn fields under different tillage practices. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 41 (3), 23–32. <https://doi.org/10.32782/agrobio.2020.3.3>
13. Taranenko, S., Chaika, T. O., & Tiupka, Y. M. (2019). Agro-economic efficiency of different basic soil tillage methods on maize areas. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 66–72. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.04.08>
14. Tomashuk, O. V. (2018). Produktyvnyy posiv kukurudzy pid vplyvom riznykh system zemlerobstva v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 85, 63–70. [in Ukrainian]
15. Totyskiy, V. M., & Len, O. I. (2020). Corn hybride performance depending on fertilizers and basic tillage. *Plant Breeding and Seed Production*, 117, 199–205. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2020.207173>

16. Ushkarenko, V. O., Holoborodko, S. P., & Kokovikhin, S. V. (2008). Dyspersiyni analiz urozhainykh danykh polovykh doslidiv iz silskohospodarskomy kulturamy za riad rokov. *Tavrriiskiyi Naukoviyi Visnyk*, 61, 195–207. [in Ukrainian]
17. Filonenko, S. V. (2013). Formation of grain productivity of maize under different soil tillage. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 56–60. <https://doi.org/10.31210/visnyk2013.03.09>
18. Yakunin, O. P., Khrantsov, L. I., & Trubilov, O. V. (2013). Vrozhainist zerna hibrydiv kukurudzy zalezno vid obrobittu hruntu i rivnia mineralnoho zhyvlennia. *Tavrriiskiyi Naukoviyi Visnyk*, 84, 144–149. [in Ukrainian]
19. Bonini Pires, C. A., Sarto, M. M., Lin, J. S., Davis, W. G., & Rice, C. (2020). Long-term effect of tillage practices and nitrogen fertilization on corn yield. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 6 (9). <https://doi.org/10.4148/2378-5977.7972>
20. Karbivska, U., Kurgak, V., Gamayunova, V., Butenko, A., Malynka, L., Kovalenko, I., Onychko, V., Masyk, I., Chyrva, A., Zakharchenko, E., Tkachenko, O., & Pshychenko, O. (2020). Productivity and quality of diverse ripe pasture grass fodder depends on the method of soil cultivation. *Acta Agrobotanica*, 73(3), 1–11. <https://doi.org/10.5586/aa.7334>
21. Karpenko, O. Yu., Rozhko, V. M., & Butenko, A. O. (2020). Influence of agricultural systems and basic tillage on soil microorganisms number under winter wheat crops of the Right-bank Forest-Deppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (5), 76–80. https://doi.org/10.15421/2020_209
22. Khorramian, M., & Ashraeizadeh, S. R. (2020). Effect of tillage methods on soil physical properties and water productivity of wheat cultivars in wheat-corn rotation. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 50 (9), 2193–2200. <https://doi.org/10.22059/ijswr.2019.275599.668122>
23. 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>
24. Vozhehova, R. A., Maliarchuk, M. P., Biliaieva, I. M., Markovska, O. Y., Maliarchuk, A. S., Tomnytskyi, A. V., Lykhovyd, P. V., & Kozyrev, V. V. (2019). The effect of tillage system and fertilization on corn yield and water use efficiency in irrigated conditions of the South of Ukraine. *Biosystems Diversity*, 27 (2), 125–130. <https://doi.org/10.15421/011917>

ORCID

- V. Hanhur  <https://orcid.org/0000-0002-5619-492X>
- M. Marenych  <https://orcid.org/0000-0002-8903-3807>
- L. Yeremko  <https://orcid.org/0000-0001-5641-7436>
- A. Shostia  <https://orcid.org/0000-0002-1475-2364>



© 2023 Hanhur V. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.