

Biometric parameters of plants and maize (*Zea mays* L.) productivity depending on sowing period

V. Hanhur | V. Rudenko

Article info

Correspondence Author

V. Hanhur

E-mail:

volodimirgangu@gmail.comPoltava State Agrarian
University, Skovoroda St.,
1/3, Poltava, 36000,
Ukraine

Citation: Hanhur, V., & Rudenko, V. (2023). Biometric parameters of plants and maize (*Zea mays* L.) productivity depending on sowing period. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 36–41. doi: 10.31210/spi2023.26.03.07

Due to the increasing demand for corn grain, there is an important necessity to improve existing and develop new agrotechnical methods aimed at maximizing the genetic potential of crop productivity. Studies conducted during 2021–2022 at the Poltava State Agricultural Research Station named after M. Vavilov revealed that seedlings of corn hybrids more actively appeared at late sowing dates (May 10), and at the average date – with a one-day time delay. According to the results of seed germination, it was found that in maize hybrids of different maturity groups, it increased to the maximum during the period from early to medium sowing. The studies revealed that the early-maturing hybrid Kvitnevyyi 187 MV and the mid-maturing hybrid Bystrytsia 400 MV had the highest plant height at the third sowing date and the mid-early hybrid Orzhytsia 237 – at the middle sowing date. Experimental results showed that the linear sizes of plants of later maturity maize hybrids are less responsive to the time of sowing. The results of the research showed that on average for two years, the yield of the early-maturing corn hybrid Kvitnevyyi 187 MV was maximum at the second sowing date (7.19 t/ha). The yield increase over the first and third sowing dates was 0.35 and 0.22 t/ha or 5.1 and 3.2 %, respectively. The yield of the medium-early hybrid Orzhytsia 237 MV was almost the same for both the first and second sowing periods (7.25 and 7.27 t/ha, respectively), the difference was only 0.02 t/ha. In the case of late sowing, a significant reduction in yield was observed (by 0.23 and 0.25 t/ha) in comparison with the early and middle terms, respectively. The mid-season hybrid Bystrytsia 400 MV responded to the time of sowing most strongly. The highest yield (8.05 t/ha) was obtained when it was sown on April 20. At the second and third sowing dates, compared to the first, a significant decrease in grain productivity of the hybrid was noted, by 0.62 and 1.22 t/ha or 8.3 and 17.9 %, respectively, which indicates that its plants are not adaptive enough to the more extreme weather conditions of the summer growing season.

Keywords: maize (*Zea mays* L.), hybrids, sowing dates, development phases, plant height, yield.

Біометричні параметри рослин та продуктивність кукурудзи (*Zea mays* L.) залежно від строків сівби

В. В. Гангур | В. В. Руденко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава,
Україна

Дослідженнями проведеними впродовж 2021–2022 рр. на Полтавській державній сільськогосподарській дослідній станції ім. М. І. Вавилова виявлено, що сході насіння гібридів кукурудзи більш активно з'являлися за пізніх строків сівби (10 травня), а за середнього терміну – із відставанням лише на один день. За результатами визначення польової схожості насіння встановлено, що у гібридів кукурудзи різних груп стиглості вона максимально зростала за період від раннього до середнього строку сівби. Дослідженнями виявлено, що у ранньостиглого гібриду Квітневий 187 МВ та середньостиглого Бистриця 400 МВ найбільшою була висота рослин за третього строку сівби, а середньораннього гібриду Оржиця 237 – за середнього. Експериментальні дані свідчать, що лінійні розміри рослин гібридів кукурудзи більш пізніх строків досягання в меншій мірі реагують на строки їх висівання. Результати досліджень свідчать, що у середньому за два роки, урожайність ранньостиглого гібриду кукурудзи Квітневий 187 МВ максимальною була за другого строку сівби (7,19 т/га). Перевищення врожайності, порівняно з першим і третім строками сівби становило, відповідно 0,35 і 0,22 т/га. Врожайність середньораннього гібриду Оржиця 237 МВ майже однаковою була як за першого, так і другого терміну сівби (відповідно 7,25 і 7,27 т/га), різниця становила лише 0,02 т/га. У разі перенесення сівби на пізні строки, спостерігали істотне зниження урожайності, порівняно із раннім та середнім, відповідно на 0,23 і 0,25 т/га. Середньостиглий гібрид Бистриця 400 МВ найвищу врожайність (8,05 т/га) формував за сівби 20 квітня. За другого і третього строків сівби, порівняно з першим, відзначено істотне зниження зернової, відповідно на 0,62 і 1,22 т/га, що свідчить про недостатню адаптивність його рослин до більш жорстких погодних умов літнього періоду вегетації.

Ключові слова: кукурудза (*Zea mays* L.), гібриди, строки сівби, фази розвитку, висота рослин, урожайність.

Бібліографічний опис для цитування: Гангур В. В., Руденко В. В. Біометричні параметри рослин та продуктивність кукурудзи (*Zea mays* L.) залежно від строків сівби. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 36–41.

Вступ

Головним спрямуванням політики в аграрній сфері України є повне забезпечення населення якісними продуктами харчування, а переробку промисловість сировиною. Позитивне вирішення вище зазначеного завдання можливе шляхом виробництва достатніх обсягів зерна сільсько-господарських культур. У розв'язанні цієї важливої проблеми провідна роль відводиться зерновим культурам, які найбільш поширені в Україні, зокрема пшениці, ячменю, а також і кукурудзі [28, 29]. Остання є найбільш продуктивною та володіє цінними біологічними властивостями. Кукурудза, за врожайністю зерна та зеленої маси переважає практично всі інші кормові культури. Ряд аналітичних джерел відзначають стрімке зростання посівних площ засіяних кукурудзою, а також перспективи її збільшення. Так, у 1990 р., посівна площа кукурудзи в Україні становила 1223,1 тис. га, а в 2010 р., зросла до 2736 тис. га, або у 2,2 разу. У 2020 р., площа під кукурудзою дорівнювала 4974 тис. га, що більше, ніж у 1990 і 2010 роках, відповідно у 4,1 і 1,8 разу. Ще більшою була площа посіву кукурудзи була у 2021 р., вона досягла рекордних 5470 тис. га. У 2022 р., посівну площу під культурою було зменшено до 4639,4 тис. га, через знаходження земель в зоні активних бойових дій.

В сучасних умовах, у зв'язку із постійним зростанням потреб у зерні кукурудзи, існує необхідність в істотному підвищенні продуктивності культури шляхом впровадження ефективних технологій вирощування, які базуються на використанні нових, більш продуктивних і адаптованих до місця вирощування гібридів різних груп стиглості, удосконаленні існуючих та розробленні нових агротехнічних прийомів, спрямованих на реалізацію біологічного потенціалу культури [3, 22, 23]. До вище зазначених чинників належить і вибір оптимальних строків сівби [5].

Строк сівби є одним із важливих елементів технології вирощування кукурудзи та дієвим чинником впливу на формування високих врожаїв культури [4, 6, 7]. Незважаючи на те, що питанню вивчення строків сівби присвячена велика кількість польових дослідів у різних ґрунтово-кліматичних зонах, однак актуальність цієї проблеми не зникає у зв'язку із щорічною реєстрацією нових, несхожих за стиглістю та морфологічними ознаками, гібридів кукурудзи, яким притаманна різна реакція на вплив факторів зовнішнього середовища регіону вирощування. Тому, потрібно для кожного біотипу гібридів встановити найбільш доцільний строк сівби, із врахуванням потреб до умов вирощування впродовж онтогенезу культури [12].

Науковцями, на зрошуваних землях південної частини України встановлено, що за визначення строку сівби потрібно брати до уваги групу стиглості гібриду. Зокрема, зміщення строків сівби батьківських форм ранньостиглих і середньостиглих гібридів на відносно пізніший термін дає можливість поповнити запаси доступної вологи та зменшити потенційну засміченість посівного шару ґрунту за

допомогою комплексу агротехнічних заходів [13]. Ісмаїл [27] повідомив, що як рання, так і пізня сівба можуть призвести до зниження продуктивності культури, оскільки існує ймовірність того, що несприятливі погодні умови можуть виникнути після сівби або впродовж вегетаційного періоду. Щоб кукурудза найкраще використовувала вологу, поживні речовини та сонячну радіацію, її необхідно висівати в оптимальні строки.

В Україні у зв'язку із глобальними змінами клімату почастішали посушливі погодні умови, які спостерігаються у різні фази впродовж періоду вегетації практично кожні 2–3 роки. Особливо важливо не запізнитися з проведенням сівби кукурудзи у роки із посушливим весняним періодом, коли існує висока ймовірність того, що насіння може потрапити у недостатньо вологий шар ґрунту. Наслідком цього буде низька польова схожість насіння, недостатня густина рослин на одиниці площі. В разі запізнення із сівбою на 10 днів порівняно із оптимальними строками, зернова продуктивність кукурудзи зменшується на 0,6–0,8 т/га [20].

Раннім сівбою можна досягти істотного зменшення вмісту вологи в зерні до часу настання його повної стиглості. Кожен день запізнення із сівбою відносно оптимальних строків зумовлює підвищення вологості зібраного зерна на 0,3–0,8 % [16, 10], зменшення сухої речовини – на 0,3–0,5 % [21], зниження врожайності зерна – на 0,6–1,5 % [18].

Перенесення сівби до пізніх строків призводить до зміщення частини вегетаційного періоду на осінні місяці, де зростає вірогідність того, що рослини можуть потрапити під перші осінні заморозки. Це може призвести до пошкодження надземної маси та істотного недобору врожаю через передчасне припинення вегетації [26].

За раннього строку сівби (стабільного прогрівання ґрунту до 6–8°C) досягається на 15–18 % вища врожайність посівів кукурудзи за рахунок поліпшення вологозабезпечення ґрунту, особливо, у критичний для культури період – фаза викидання-цвітіння волотей [19, 11]. В. С. Циков [25] відзначає, що за ранніх строків сівби підвищується роль генетичного потенціалу гібридів кукурудзи, зокрема холодостійких, які доцільно висівати за настання середньодобової температури ґрунту на глибині загортання насіння 8–10 °С.

Але поряд з цим ранні строки сівби зумовлюють і певні ризики, зокрема сходи кукурудзи можуть бути пошкоджені весняними приморозками, активізується шкодочинність шкідників, хвороб, бур'янів [1]. Зокрема посіви кукурудзи більше пошкоджуються кукурудзяним метеликом, бо на час льоту метеликів і відкладання ними яєць рослини вже будуть достатньо розвиненими [24].

Ряд науковців відзначає, що за дотримання технології вирощування та сівби кукурудзи в оптимальні строки настання повного досягання ранньостиглих гібридів культури орієнтовно може відбутися у другій половині серпня, середньоранніх – у перші дні вересня, середньостиглих – у середині вересня, а середньопізніх – на початку жовтня [9, 30].

Дослідженнями проведеними в умовах зрощення півдня України встановлено, що максимальну урожайність зерна гібриди кукурудзи різних груп стиглості (ранньостиглий Тендра, середньоранній Скадовський, середньостиглий Каховський) формували за сівби у третій декаді квітня [2].

Таким чином питання встановлення оптимальних строків сівби кукурудзи у зв'язку із щорічним впровадженням у виробництво нових гібридів різних груп стиглості, а також перманентними змінами клімату як у глобальному, так і регіональному масштабі, є актуальним у формуванні високопродуктивних агроценозів культури в умовах Лівобережного Лісостепу.

Мета дослідження

Мета досліджень – з'ясувати вплив строків сівби гібридів кукурудзи різних груп стиглості біометричні параметри рослин та урожайність зерна.

Завдання дослідження: вивчити вплив строків сівби на польову схожість насіння та висоту рослин; визначити урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від строків сівби.

Матеріали і методи

Дослідження проведено впродовж 2021–2022 рр. в лабораторії землеробства та технологій вирощування зернових, зернобобових та олійних культур Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції ім. М. І. Вавилова, яка територіально знаходиться у південно-східній частині Лівобережного Лісостепу України.

Ґрунт земельної ділянки – чорнозем типовий малогумусний. За механічним складом цей тип ґрунту відноситься до важких суглинків. Ґрунт дослідної ділянки характеризується наступними агрохімічними показниками: вміст гумусу в шарі 0–20 см – 4,85 %, лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) 11–13 мг (низький ступінь забезпеченості), рухомого фосфору (за Чириковим) 10–15 мг (підвищений

Таблиця 1

Польова схожість насіння гібридів кукурудзи залежно від строків сівби, середнє за 2021–2022 рр.

Назва гібридів	Строки сівби	Тривалість періоду від сівби до сходів, днів	Польова схожість, %
Квітневий 187 МВ (ранньостиглий)	20 квітня	14	89,3
	01 травня	10	94,7
	10 травня	9	91,8
Оржиця 237 МВ (середньоранній)	20 квітня	15	86,0
	01 травня	11	91,7
	10 травня	10	90,2
Бистриця 400 МВ (середньостиглий)	20 квітня	16	77,0
	01 травня	12	80,0
	10 травня	11	78,7

Результати визначення польової схожості насіння свідчать, що вона є вищою у ранньостиглого гібриду Квітневий 187 МВ за всіма строками сівби (89,3; 94,8; 91,8 %). У середньораннього гібриду кукурудзи Оржиця 237 МВ спостерігали зниження польової схожості насіння на 3,0–3,3 %, порівняно із ранньостиглим гібридом Квітневий 187 МВ, а середньостиглого гібриду

Бистриця 400 МВ – на 12,3–14,7 %. Серед можливих причин, які призводять до зниження польової схожості насіння за пізнього строку сівби є як активізація ґрунтових шкідників і посилення їх шкодливого впливу, так і інтенсивна втрата доступної вологи із поверхового шару ґрунту на фоні підвищення температури повітря. Слід відзначити, що польова схожість насіння гібридів

ступінь забезпеченості), обмінного калію (за Чириковим) 16–20 мг на 100 г ґрунту (від високого до дуже високого рівня забезпеченості). Реакція ґрунтового розчину слабокисла, рН сольової витяжки 6,3. В цілому, за вмістом основних елементів мінерального живлення, характеристикою агрофізичних показників, ґрунт експериментальної ділянки сприятливий для культивування кукурудзи.

Схема дослідів передбачала вивчення двох факторів: гібриди кукурудзи різних груп стиглості, зокрема ранньостиглий Квітневий 187 МВ, середньоранній Оржиця 237 МВ і середньостиглий Бистриця 400 МВ (фактор А); три строки сівби (фактор В). Повна схема дослідів приведена в таблиці 1.

Розміщення варіантів і повторень рендомізоване. Повторність експериментальних ділянок триразова. Посівна площа ділянки 105 м², а облікова – 70 м². Агротехніка вирощування кукурудзи була загальноприйнятою для зони Лівобережного Лісостепу України, за виключенням елементів, що вивчали.

Обліки та спостереження були проведені згідно загальноприйнятих методик. Статистичну обробку результатів дослідів було проведено із використанням дисперсійного аналізу [8].

Результати та їх обговорення

За результатами досліджень виявлено, що сходин гібридів кукурудзи найбільш інтенсивно з'являлися за пізніх строків сівби (10 травня) (табл. 1). За другого строку сівби сходин рослин культури одержали лише на один день пізніше, порівняно із третім строком. Менші темпи проростання насіння спостерігали за першого (20 квітня) строку сівби, коли більш низькими були середньодобові температури ґрунту. Тривалість періоду від сівби до сходів залежно від групи стиглості гібриду, за першого строку становила 14–16, другого – 10–12, третього – 9–11 днів. Слід відзначити, що серед гібридів, що вивчали, найменшу кількість днів проростало насіння ранньостиглого гібриду Квітневий 187 МВ, за кожним із строків сівби.

Бистриця 400 МВ – на 12,3–14,7 %. Серед можливих причин, які призводять до зниження польової схожості насіння за пізнього строку сівби є як активізація ґрунтових шкідників і посилення їх шкодливого впливу, так і інтенсивна втрата доступної вологи із поверхового шару ґрунту на фоні підвищення температури повітря. Слід відзначити, що польова схожість насіння гібридів

кукурудзи різних груп стиглості максимально зростала за період від раннього до середнього строку сівби. За третього строку сівби відзначено зменшення значень цього показника, порівняно з другим, однак вони були значно вищими, порівняно з першим строком.

Висота рослин є важливою господарською і біологічною характеристикою біотипів кукурудзи. У досліді виявлено варіювання лінійних розмірів рослин гібридів кукурудзи залежно від різних термінів сівби (рис. 1).

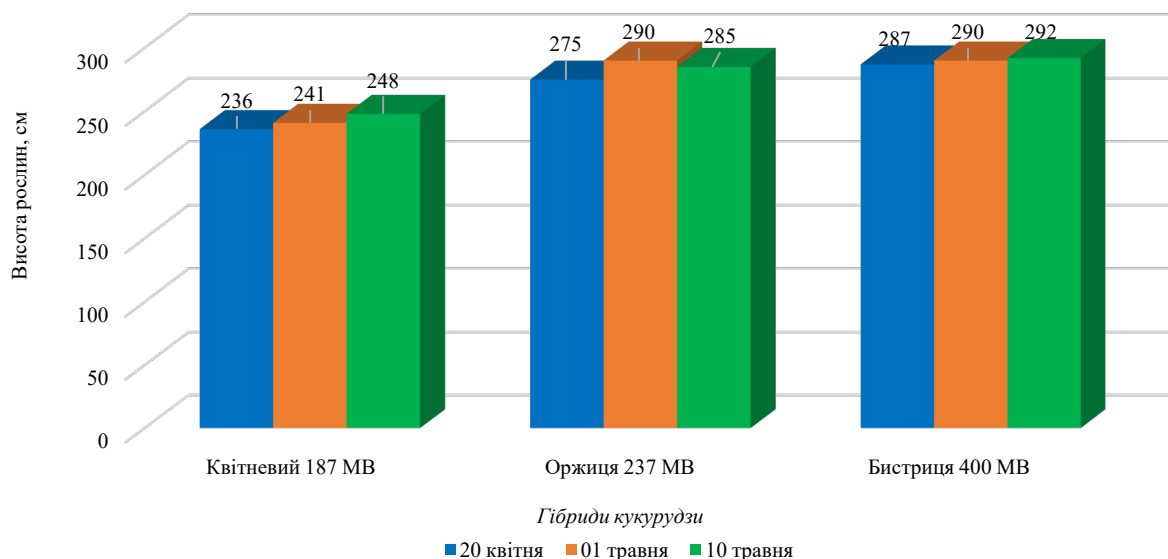


Рис. 1. Вплив строків сівби на висоту рослин гібридів кукурудзи, см (середнє за 2021–2022 рр.)

Так, дослідженнями виявлено, що на час настання у кукурудзи фази цвітіння, коли практично закінчується верхівковий ріст, більшими лінійними розмірами характеризувалися рослини гібридів пізніх строків сівби. У ранньостиглого гібриду Квітневий 187 MB висота рослин за третього строку сівби була більшою, порівняно з першим і другим строком, відповідно на 12 і 7 см, або 5,1 і 2,9 %. Лінійні розміри рослин середньораннього гібриду Оржиця 237 MB збільшилися від раннього до середнього на 15 см або 5,5 %, а до пізнього строку сівби – на 5,5 см, або 3,6 %. За результатами досліджень виявлено,

що у середньостиглого гібриду Бистриця 400 MB мінімальним є варіювання висоти рослин залежно від строків сівби. Різниця між першим, другим і третім строком сівби, за цим показником, становила, відповідно лише 3 і 5 см. Ці експериментальні дані свідчать, що лінійні розміри рослин гібридів кукурудзи більш пізніх строків досягання в меншій мірі реагують на строки їх висівання.

Слід відзначити, що урожайність зерна є критерієм загальної оцінки ефективності чинників, що вивчали в досліді, зокрема різних строків сівби (табл. 2).

Таблиця 2

Урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від строків сівби, т/га

Назва гібридів (А)	Строки сівби (В)	Урожайність за роками, т/га		
		2021	2022	середнє
Квітневий 187 MB	20 квітня	5,85	7,83	6,84
	01 травня	6,18	8,20	7,19
	10 травня	5,82	8,11	6,97
Оржиця 237 MB	20 квітня	6,59	7,90	7,25
	01 травня	6,23	8,30	7,27
	10 травня	5,82	8,23	7,02
Бистриця 400 MB	20 квітня	7,45	8,64	8,05
	01 травня	6,67	8,19	7,43
	10 травня	5,59	8,06	6,83
НІР _{0,95}		фактор А – 0,21; фактор В – 0,21; взаємодія факторів АВ – 0,36.		

Результати досліджень, свідчать про істотну роль строків сівби у формуванні урожайності гібридів кукурудзи. Слід відзначити, що поряд із термінами сівби вагомим чинником впливу на продуктивність гібридів кукурудзи має рівень сприятливості погодних умов впродовж періоду вегетації культури. Погодні умови 2021 року були менш сприятливими для росту, розвитку та формування врожайності

кукурудзи, зокрема температура повітря у середньому за травень–серпень перевищувала багаторічне значення на 2,6 градуса, а дефіцит опадів становив 13,3 мм. Слід відзначити, що липні місяці, коли найбільшою є потреба рослин кукурудзи у воді (фаза цвітіння волоті і качана), сума опадів становила лише 19,2 мм, що менше норми на 68,6 %. Такий характер погодних умов негативно вплинув на урожайність

зерна, вона залежно від строків сівби варіювала в межах: ранньостиглого Квітневий 187 МВ 5,82–6,18 т/га, середньораннього гібриду Оржиця 237 МВ – 5,82–6,59 т/га, середньостиглого гібриду Бистриця 400 МВ – 5,59–7,45 т/га.

В 2022 році метеорологічні чинники, а саме більша, ніж в попередньому році кількість опадів (на 15,2 мм) на фоні нижчого температурного режиму (на 1,1 градуса), сприяли формуванню вищої зернової продуктивності гібридів кукурудзи залежно від строків сівби. Вона дорівнювала у ранньостиглого Квітневий 187 МВ 7,83–8,20 т/га, середньораннього гібриду Оржиця 237 МВ – 7,90–8,30 т/га, середньостиглого гібриду Бистриця 400 МВ – 8,06–8,64 т/га.

Результати досліджень свідчать, що у середньому за два роки, урожайність ранньостиглого гібриду кукурудзи Квітневий 187 МВ найбільшою була за другого строку сівби. Перевищення врожайності, порівняно з першим і третім строками сівби становило, відповідно 0,35 і 0,22 т/га або 5,1 і 3,2 %. Статистична обробка даних із використанням дисперсійного аналізу свідчить, що ця різниця за урожайністю зерна між строками сівби є істотною (НІР_{0,95} для фактору В – 0,21 т/га). Між першим і третім терміном сівби різниця за продуктивністю становить 0,13 т/га, вона знаходиться в межах НІР.

Врожайність середньораннього гібриду Оржиця 237 МВ практично однаковою була як за першого, так і другого строку, різниця становила лише 0,02 т/га. За пізньої сівби, зокрема 10 травня спостерігали істотне зниження урожайності, порівняно із раннім та середнім строком, відповідно на 0,23 і 0,25 т/га.

Середньостиглий гібрид Бистриця 400 МВ найбільш виражено реагував на строки сівби. Найвищу врожайність одержано за сівби 20 квітня, тобто за першого строку. За другого і третього строків сівби, порівняно з першим, відзначено істотне зниження зернової продуктивності гібриду, відповідно на 0,62 і 1,22 т/га або 8,3 і 17,9 %. На нашу думку таке різке зниження урожайності середньостиглого гібриду Бистриця 400 МВ за пізніх строків сівби свідчить про недостатню адаптивність його рослин до більш жорстких погодних умов літнього періоду вегетації.

Таким чином, узагальнюючи результати досліджень слід відзначити, що гібриди кукурудзи, які вивчали, максимальну висоту рослин формували за третього строку сівби (275 см). Практично аналогічна висота рослин за середнього терміну висівання (274 см). Найменшою висотою характеризувалися рослини гібридів кукурудзи за сівби у перший строк (266 см). У дослідях В. А. Мокрієнко, Л. В. Центило, рослини кукурудзи також вищими були за третього строку сівби, коли відбувається стабільне прогрівання ґрунту до температури 10 градусів [14].

Що стосується урожайності, то серед гібридів, що досліджували, максимальну врожайність, у середньому за строками сівби, формували середньостиглий гібрид Бистриця 400 МВ (7,44 т/га). Урожайність ранньостиглого гібриду кукурудзи Квітневий 187 МВ та середньораннього гібриду Оржиця 237 МВ була нижчою, порівняно із середньостиглим, відповідно на 0,44 і 0,26 т/га. Результати досліджень свідчать, що у

середньому гібриди кукурудзи формували вищу врожайність за першого та другого строку сівби. Пізній термін сівби призводив до зниження урожайності, порівняно із раннім і середнім строком, відповідно на 6,0 і 4,9 %. В умовах Лісостепу Західного встановлено, що найбільш сприятливі умови для рослин кукурудзи створюються за раннього строку сівби, зокрема у третій декаді квітня. При цьому середньоранній гібрид Оржиця 237 МВ формували найвищу врожайність, яка дорівнювала 8,91 т/га. Приріст урожайності зерна до контрольного варіанту становив 1,89 т/га, або 26,9 % [15]. В умовах Північно-східного Лісостепу України середньостиглий гібрид Новий за раннього строку сівби забезпечив урожайність 10,3 т/га [17].

Висновки

Таким чином, на підставі результатів проведених досліджень встановлено, що кращим строком сівби ранньостиглого гібриду Квітневий 187 МВ є середній, для середньораннього гібриду Оржиця 237 МВ оптимальним строком сівби є період з 20 квітня по 10 травня, а для середньостиглого гібриду Бистриця 400 МВ найбільш доцільним терміном початку сівби є 20 квітня.

Перспективи подальших досліджень. Доцільним буде дослідити більш ранні строки сівби гібридів кукурудзи різних груп стиглості нового покоління.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Bakalova, A. V. (2011). Stiiikist smorodiny chornoї. Vplyv mikroelementiv na stiiikist proty sysnykh. *Quarantine and Plant Protection*, 7, 19–22. [in Ukrainian]
1. Babych, A. O., Merezhko, M. M., & Lypovyi, V. H. (1994). Efektyvnist vyroshchuvannya kukurudzy na sylos, intensyfikatsiia i enerhozberezhennia. *Kormy i kormovyi bilok: materialy dopovidei pershoї Vseukrainskoi konferentsii*. Vinnytsia [in Ukrainian]
2. Vozhegova, R., Vlaschuk, A., & Drobot, O. (2018). Productivity and economic efficiency of growing hybrids of corn of different groups of maturity in conditions of irrigation. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 96 (7), 18–26. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201807-03>
3. Voloshchuk, I. S., Voloshchuk, O. P., Hlyva, V. V., & Pashchak, M. O. (2022). Economic efficiency of maize grain production under various agrotechnical measures of cultivation. *The Scientific Journal Grain Crops*, 6 (1), 148–159. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0218>
4. Hanhur, V. V. (2021). Kukurudza na zerno – krashchi stroky sivyby i optymalna hustota stoiannia roslyn dlia Livoberezhnoho Lisostepu. *Ahrobiznes Sohodni*, 07 (446), 24–25 [in Ukrainian]
5. Hanhur, V. V., Yeremko, L. S., Len, O. I., & Rudenko, V. V. (2022). Productivity formation in maize hybrids (*Zea mays* L.) depending on sowing dates. *Taurian Scientific Herald*, 126, 15–21. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.3>
6. 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>
7. Hanhur, V. V., Totyskiy, V. M., & Len, O. I. (2014). Vrozhainist hibrydiv kukurudzy zalezno vid strokiv sivyby. *Biuletyn Instytutu*

- Silskoho Hospodarstva Stepovoi Zony NAAN Ukrainy*, 6, 138–142 [in Ukrainian]
8. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Kostohryz, P. V., & Opryshko, V. P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzen v ahronomii: Pidruchnyk*. Vinnytsia: PP «TD «Edelweis i K»» [in Ukrainian]
 9. Kamenshchuk, B. D. (2020). Ways of grain corn growing improvement. *Feeds and Feed Production*, 89, 85–92. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202089-08>
 10. Kyrpa, M. Ia., Cherchel, V. Iu., Pashchenko, N. O., & Ostapenko, L. I. (2010). Oznaka pryskorenoi volohoviddachi zerna hibrydiv kukurudzy ta yii praktychne vykorystannia. *Seleksiia i Nasinnytstvo*, 98, 57–60 [in Ukrainian]
 11. Kovalchuk, I., & Lukianchenko, A. (2016). Hibrydy kukurudzy ta systema zakhystu vid kompanii «Synhenta» dlia riznykh gruntovo-klimatychnykh zon Ukrainy. *Famer the Ukrainian*, 1 (73), 36–39. [in Ukrainian]
 12. Kukharchuk, P. I., & Voitovyk, M. V. (2006). Tekhnolohichni aspekty pidvyshchennia urozhainosti zerna kukurudzy. *Ahrobiznes sohodni*, 11, 18–20. [in Ukrainian]
 13. Lavrynenko, Yu. O., Kokovikhin, S. V., Naidonov, V. H., & Mykhailenko, I. V. (2007). *Naukovi osnovy nasinnytstva kukurudzy na zroshuvanykh zemliakh pivdnia Ukrainy*. Kherson: Ailant [in Ukrainian]
 14. Mokrienko, V. A., & Tsentylo, L. V. (2011). Osoblyvosti rostu y rozvytku kukurudzy zalezno vid strokiv sivy ta hustoty stoiannia roslyn. *Naukovi Dopovidi Natsionalnoho Universytetu Biorekursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy*, 3 (25). Retrieved from: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_3/11mva.pdf [in Ukrainian]
 15. Moldovan, Zh. A., & Sobchuk, S. I. (2016). Vplyv strokiv sivy, hustoty roslyn ta abiotychnykh faktoriv na formuvannia vrozhaivosti zerna hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti v umovakh Lisostepu Zakhidnoho. *Biuletyn Instytutu Silskoho Hospodarstva Stepovoi Zony NAAN Ukrainy*, 11, 31–38. [in Ukrainian]
 16. Nad, Y. (2012). *Kukuruzha*. Vinnytsia: FOP D.Iu. Korzun [in Ukrainian]
 17. Onychko, V. I., & Shtukin, M. O. (2016). Optymalni stroky sivy hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti v umovakh Pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 2 (31), 214–218. [in Ukrainian]
 18. Pashchenko, Yu. M., & Kordin, O. I. (2005). Vplyv inkrustatsii nasinnia i strokiv sivy na formuvannia produktyvnosti hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti. *Biuletyn Instytutu Zernovoho Hospodarstva UAAAN*, 26-27, 78–82. [in Ukrainian]
 19. Pashchenko, Yu. M., Ostapenko, M. A., & Yeremko, L. S. (2007). Stroky sivy ta hustota stoiannia roslyn hibrydiv kukurudzy v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy. *Visnyk Dnipropetrovskoho Derzhavnogo Ahrarnoho Universytetu*, 2, 24–28. [in Ukrainian]
 20. Petrychenko, V. F., Panasiuk, Ya. Ya., Zabolotnyi, H. M., Sereida, L. P., Solohub, O. M., & Kaletnyk, P. Ye. (2006). *Suchasni systemy zemlerobstva Ukrainy*. Vinnytsia: Dilo [in Ukrainian]
 21. Pozniak, V. (2011). Vyhidne zerno. *Ahrobiznes sohodni*, 3 (202), 22–23. [in Ukrainian]
 22. 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>
 23. Filonenko, S., Tyshchenko, M., & Popov, O. (2022). The realization of corn productive potential at growth regulators' foliar application. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 31–39. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.03.04>
 24. Cikov, V. S., & Matyuha, L. A. (1989). *Intensivnaya tehnologiya vzdelyvaniya kukuruzy*. Moskva: Agropromizdat [in Russian]
 25. Cikov, V. S. (2003). *Kukuruzha: tehnologiya, gibrydy, semena*. Dnepropetrovsk: Zorya [in Russian]
 26. Chernobai, L., Muzafarov, N., & Popova, K. (2017). Vektory adaptatsii. *Famer the Ukrainian*, 3 (87), 20–24. [in Ukrainian]
 27. Ismail, A. A. (1996). Gene action and combining ability for flowering and yield in maize under two different sowing dates. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 27, 91–105.
 28. Korotkova, I., Marench, M., Hanhur, V., Laslo, O., Chetveryk, O., & Liashenko, V. (2021). Weed control and winter wheat crop yield with the application of herbicides, nitrogen fertilizers, and their mixtures with humic growth regulators. *Acta Agrobotanica*, 74. <https://doi.org/10.5586/aa.748>
 29. Marench, M. M., Hanhur, V. V., Len, O. I., Hangur, Yu. M., Zhornyk, I. I., & Kalinichenko, A. V. (2019). The efficiency of humic growth stimulators in pre-sowing seed treatment and foliar additional fertilizing of sown areas of grain and industrial crops. *Agronomy Research*, 17 (1), 194–205. <http://dx.doi.org/10.15159/ar.19.023>
 30. Petrychenko, V., Korniychuk, O., & Voronetska, I. (2018). Biological farming in conditions of transformational changes in the agrarian production of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*, 5 (2), 3–12. <https://doi.org/10.15407/agrisp5.02.003>

ORCID

V. Hanhur  <https://orcid.org/0000-0002-5619-492X>



© 2023 Hanhur V. and Rudenko V. 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.