

УДК 633.174:631.5

Формування продуктивності сорго зернового та соризу залежно від строків сівби в умовах східної частини Лісостепу України

Л. А. Правда* , В. А. Доронін , О. М. Ганженко 

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна,
*e-mail: bioplant_@ukr.net

Мета. Встановити вплив строків сівби насіння на продуктивність сорго зернового та соризу в умовах східної частини Лісостепу України. **Методи.** У дослідженнях використані такі методи: польовий – вивчення біологічних особливостей росту, розвитку та продуктивності культури; математично-статистичний – використовується для опрацювання експериментальних даних. **Результати.** У середньому за роки досліджень найвища польова схожість насіння сорго зернового та соризу спостерігалася за оптимальних строків сівби – I та II декади травня і дорівнювала у сорго сорту ‘Дніпровський 39’ 88,1 та 87,3 %, у соризу сорту ‘Самаран 6’ – 87,6 та 87,1 %. За раннього строку сівби польова схожість насіння була нижчою в середньому в досліді на 11,0–12,3 %. Кушніння рослин залежало від досліджуваних сортів і в середньому становило у сорго зернового ‘Дніпровський 39’ 1,1–1,2 шт./росл. та у соризу ‘Самаран 6’ – 1,0–1,3 шт./росл. Висота рослин у досліді становила 118,2–122,3 см у сорго ‘Дніпровський 39’ та 112,8 – 116,2 см у соризу ‘Самаран 6’. Діаметр стебла рослин сорго зернового в середньому у досліді становив від 1,5 до 1,6 см. Площа листової поверхні у період «викидання волоті-цвітіння» сягала максимуму за сівби насіння у I та II декадах травня і відповідно становила у сорго зернового сорту ‘Дніпровський 39’ 37,4 та 36,7 тис. м²/га, у соризу сорту ‘Самаран 6’ – 36,8 та 35,9 тис. м²/га. Оптимальна сівба насіння сорго зернового сприяла формуванню високої продуктивності посівів, і у сорго сорту ‘Дніпровський 39’ урожайність зерна становила 7,1 та 6,8 т/га, біомаси 37,4 та 35,6 т/га; у соризу сорту ‘Самаран 6’ урожайність зерна дорівнювала 6,4 та 6,1 т/га, біомаси 35,9 та 33,6 т/га. **Висновки.** Встановлено, що польова схожість насіння найбільше залежить від погодних умов у роки досліджень (32,1 %) та строків сівби (23,4 %), значно меншим був ступінь впливу сортів і дорівнював 8,4 %. Досліджено, що ранній строк сівби насіння (III декада квітня) порівняно з оптимальними строками (I та II декади травня) знижує урожайність зерна сорго сорту ‘Дніпровський 39’ на 4,2–12,6 %, соризу сорту ‘Самаран 6’ на 4,7–9,4 %; біомаси відповідно на 4,8–9,6 % та на 6,4–10,6 %. Біометричні показники росту і розвитку рослин були також вищими за сівби насіння в оптимальні строки. В результаті кореляційно-регресійного аналізу встановлено тісний зв'язок між урожайністю зерна і площею листової поверхні. Коефіцієнт кореляції склав $R = 0,9454 \pm 0,163$ та $0,997 \pm 0,037$, а коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,8939$ та $0,9946$. Залежності є значущими за критерієм Стьюдента $t_{\phi} = 5,81 > t_{0,05} = 2,78$ та $t_{\phi} = 27,14 > t_{0,05} = 2,78$. Сильну кореляцію відмічено між урожайністю зерна і висотою рослин з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,842$ й коефіцієнтом кореляції $R = 0,918 \pm 0,199$ та між врожайністю біомаси і висотою рослин відповідно $R^2 = 0,7065$ й $R = 0,841 \pm 0,271$. За критерієм Стьюдента $t_{\phi} = 3,10 > t_{0,05} = 2,78$ та $t_{\phi} = 4,62 > t_{0,05} = 2,78$.

Ключові слова: польова схожість; біометричні показники; урожайність зерна та біомаси.

Вступ

Сорго зернове [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] – посухостійка, високопродуктивна невибаглива до умов вирощування злакова культура [1–3]. Завдяки своїм цінним властивостям вирощується як сировина для харчової промисловості, кормовиробництва та на енергетичні цілі [4, 5].

Культура короткого дня, яка економно витрачає вологу на формування одиниці сухої речовини з транспіраційним коефіцієнтом 300, в той час як у інших культур він вищий (у кукурудзи – 338, пшениці – 513, сої – 520). Завдяки добре розвиненій кореневій системі рослини гарно ростуть і розвиваються в період несприятливих ґрунтово-кліматичних умов вирощування, добре переносять посухи, високі температури повітря і ґрунту [6–8].

Правда Л. А., Доронін В. А., Ганженко О. М. Формування продуктивності сорго зернового та соризу залежно від строків сівби в умовах східної частини Лісостепу України. *Новітні агротехнології*. 2021. № 9. <https://doi.org/10.47414/na.9.2021.253364>.

Аналіз багаторічних даних урожайності, площ вирощування та валового збору сорго зернового показує, що традиційно максимальне виробництво даної культури спостерігається в умовах Степу: Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Кіровоградська, Луганська, Миколаївська, Одеська та Херсонська області, а також Лісостепу України: Вінницька, Київська, Полтавська, Харківська та Черкаська області. [9].

Доцільність вирощування соргових культур спричинена високим потенціалом продуктивності, універсальністю використання та значною здатністю витримувати абіотичні стреси умов вирощування [10–12]. Через те виникає необхідність удосконалення та розроблення енергоощадних елементів технології їх вирощування в різних ґрунтово-кліматичних умовах України з метою формування високої продуктивності шляхом встановлення оптимальних строків сівби.

За даними М. О. Бойка встановлено, що проведення сівби сорго зернового у Південному Степу України за температури ґрунту 8–10 °С істотно покращувало значення всіх біометричних показників та елементів габітусу рослин на 24–61 % порівняно з сівбою насіння, коли температура ґрунту становила 14–16 °С [13, 14].

Результати досліджень А. М. Свиридова та А. А. Свиридова свідчать, що в умовах Східного Лісостепу України (ХНАУ ім. В. В. Докучаєва) оптимальними строками сівби є перша декада травня, коли ґрунт прогрівається до 12 °С. Проте ріст і розвиток рослин сорго зернового та продовольчого і формування продуктивності агрофітоценозів сорго значною мірою визначаються погодними умовами в період сівби–появи сходів [15].

Овсієнко І. А. вважає, що оптимальним строком сівби сорго зернового є сівба у другу декаду травня. Сівба у наступні декади зумовлює затримку в проростанні насіння, де лімітуючим фактором є недостатня вологість ґрунту на глибині загортання насіння [16].

Багато науковців [17–19] займалися розробленням елементів технології вирощування сорго зернового, проте питання з досліджень впливу строків сівби сорго зернового та соризу на ріст і розвиток рослин в умовах Східного Лісостепу України потребує досконалого вивчення.

Мета досліджень – установити вплив строків сівби насіння на продуктивність сорго зернового та соризу в умовах східної частини Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили впродовж 2016–2020 рр. в умовах Іванівської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН – зона нестійкого зволоження східної частини Лісостепу України, за такою схемою (табл. 1).

Таблиця 1

Фактор А – сорт	Фактор В – строки сівби насіння
'Дніпровський 39' (сорго зернове) 'Самаран 6' (сориз)	1. ІІІ декада квітня (температура ґрунту 5–6 °С на глибині 10 см)
	2. І декада травня (температура ґрунту 12–14 °С на глибині 10 см)
	3. ІІ декада травня (температура ґрунту 16–18 °С на глибині 10 см)

Площа посівної ділянки 50 м², облікової – 30 м², повторність дослідів – чотириразова. Дослід закладається за методом систематичних повторювань: в кожному повторенні варіанти дослідів розміщуються по ділянках послідовно. Сівбу насіння здійснювали на глибину 4–6 см, ширина міжрядь 45 см, 200 тис. шт./га (8–9 схожих насінин на 1 м рядка).

Результати досліджень опрацьовували, використовуючи статистичні методи за допомогою програми Statistica 6 [20].

Дослідження проводили на чорноземі типовому слабосолонцюватому важкосуглинковому. Агрохімічні показники орного шару ґрунту (0–30 см) такі: вміст гумусу – 4,5–4,7 % (за Тюрінієм); рН водне – 7,2–7,4; лужногідролізованого азоту – 180 мг/кг ґрунту; вміст Р₂О₅ – 19–20 мг/кг, К₂О – 100–110 мг/кг ґрунту (за Мачигінієм). Ємкість поглинання обмінних катіонів становить 26–31 мг-екв на 100 г ґрунту. Залягання ґрунтових вод спостерігається на глибині 15–20 м, відповідно сільськогосподарські культури використовують для свого росту і розвитку вологу, яка накопичується у ґрунті за рахунок атмосферних опадів.

Щодо погодних умов, то у 2016–2020 рр. температура повітря в період проведення досліджень значно перевищувала середні багаторічні дані для цієї зони (рис. 1). Найбільш спекотним спостерігався 2018 рік, так як температура повітря в середньому перевищувала середні багаторічні дані на 3,5 °С. Температура у квітні та травні становила 12,3 та 18,9 °С, що на 4,3 та 3,8 °С вище за середньобагаторічні показники. У червні, липні, серпні та вересні температура повітря була 20,2; 24,0; 24,1 та 18,3 °С, що вище на 1,5; 3,6; 4,7 та 4,6 °С за середньобагаторічні показники. У 2016, 2017, 2019 та 2020 рр. за період вегетації температура повітря в середньому перевищувала середні багаторічні значення на 2,2; 1,8; 2,4 та 2,2 °С відповідно.

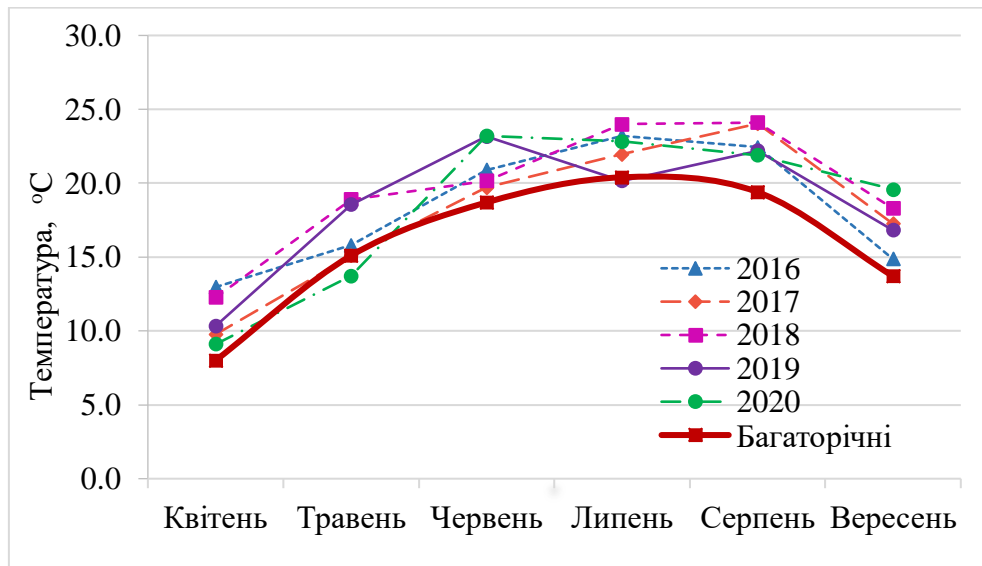


Рис. 1. Середня температура повітря по місяцях за вегетаційний період

Відхилення кількості опадів спостерігається як за роками, так і за окремими місяцями (рис. 2). У 2016 р. за квітень-вересень їх сума становила 372 мм, що більше за середні багаторічні показники на 43,0 мм. Кількість опадів була максимальною у травні і дорівнювала 115,0 мм, що перевищувало на 62,0 мм багаторічні показники, однак у липні та серпні їх кількість була меншою на 41,0 та 40,0 мм відповідно.

Кількість опадів у 2017 році за період вегетації була меншою на 120,0 мм в порівнянні з середньобагаторічними даними. У квітні кількість опадів була на 8 мм меншою від багаторічних значень, у травні – на 11 мм, у червні та липні – на 31,0 та 13,0 мм відповідно. У серпні та вересні кількість опадів була також менше за багаторічні дані відповідно на 33,0 та 24,0 мм.

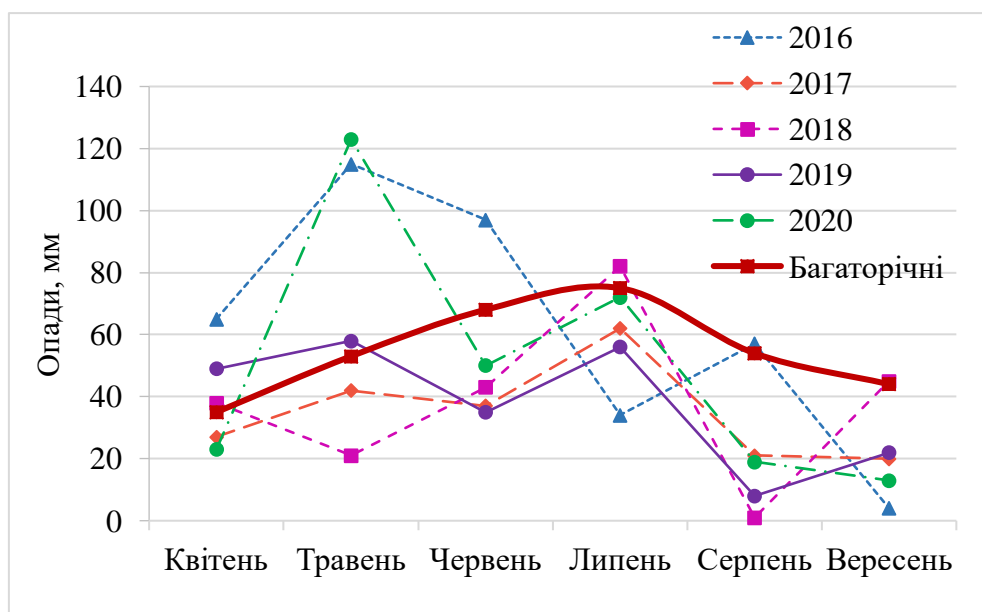


Рис. 2. Кількість опадів за період вегетації

У 2018 р. в середньому за період вегетації випало 230,0 мм опадів, що менше на 99,0 мм за середньобагаторічні показники. У травні, червні та серпні кількість опадів була меншою від багаторічних показників на 32,0; 25,0 та 53,0 мм. Кількість опадів у квітні, липні та вересні була більшою відповідно на 3,0; 7,0 та 1,0 мм порівняно з середніми багаторічними показниками для цієї зони.

У 2019 та 2020 роках сума опадів за період вегетації (квітень – вересень) дорівнювала 228,0 та 300 мм, що було менше за середні багаторічні значення на 101,0 мм та 29,0 мм відповідно. У 2019 році найбільша кількість опадів випала у квітні та травні – 49 та 58 мм, що перевищувало середні багаторічні значення на 14 та 5 мм. У інші місяці кількість опадів була меншою за багаторічні значення. Найменшу їх кількість відмічено у серпні місяці – 8 мм.

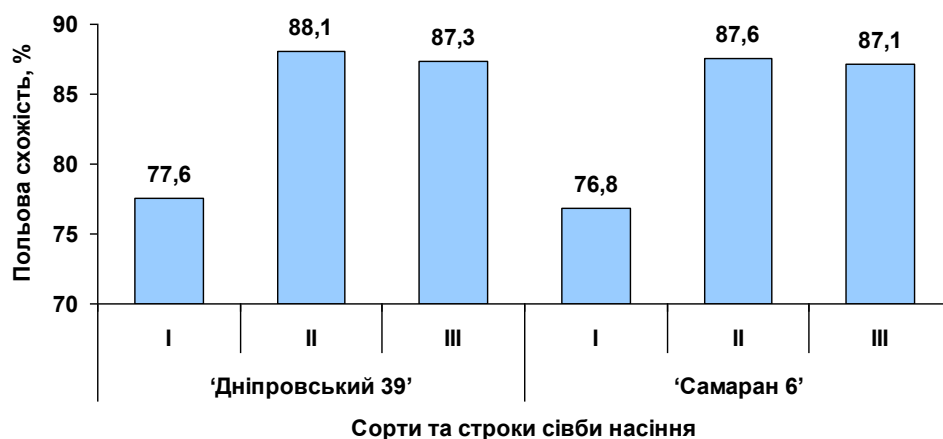
У 2020 р. найбільша кількість опадів спостерігалася у травні і становила 123,0 мм, у червні та липні випало 50,0 та 72,0 мм. І значно менше опадів відмічено у квітні, серпні та вересні, їх кількість становила 23,0; 19,0 та 13,0 мм.

У дослідженнях польову схожість насіння визначали після повних сходів, відношенням числа насіння, що зійшло, до висіяного, виражене у відсотках. Висоту рослин визначали від поверхні ґрунту до верхівки головного стебла у досліджувані фази росту і розвитку рослин мірною лінійкою, шляхом вимірювання на закріплених кілочках 40 рослинах на двох несуміжних повтореннях. Діаметр стебла визначали штангенциркулем на висоті скошування рослин у період збирання, шляхом вимірювання на закріплених кілочках 40 рослинах на двох несуміжних повтореннях. Площу листової поверхні визначали параметричним методом. Облік урожайності з облікових ділянок проводили шляхом зважування зерна та біомаси з кожної ділянки з наступним перерахунком її на гектар [21].

Результати досліджень

Аналізуючи результати досліджень, встановлено, що строки сівби впливали не лише на польову схожість насіння та ріст і розвиток рослин сорго зернового й соризу, а й на врожайність зерна та біомаси сортів 'Дніпровський 39' й 'Самаран 6'.

Насіння досліджуваних сортів характеризується високими показниками польової схожості, яка за сівби у I та II декадах травня становила у сорго сорту 'Дніпровський 39' 88,1 та 87,3 %, у соризу сорту 'Самаран 6' – 87,6 та 87,1 % (рис. 3). Дещо нижча вона за сівби у III декаді квітня – відповідно 77,6 та 76,8 %. Це пояснюється тим, що за сівби насіння у I декаді квітня температура ґрунту і повітря були низькими і відповідно несприятливими для отримання швидких та дружних сходів.



I – III декада квітня, II – I декада травня; III – II декада травня.

НІР_{0,05}: А – 1,26; В – 1,26; АВ – 1,79

Рис. 3. Польова схожість насіння сорго зернового та соризу залежно від строків сівби, % (середнє за 2016–2020 рр.)

За результатами дисперсійного аналізу (рис. 4) встановлено, що польова схожість насіння суттєво залежала від досліджуваних факторів. Найбільший вплив мали погодні умови – 32,1 % та строки сівби – 23,4 %. Це свідчить про те, що насіння, висіяне за раннього строку сівби, починає проростати за настання температури 6 °С, подовжуючи період «сівба-сходи», внаслідок чого знижується польова схожість, сходи з'являються неодноразово і зріджені. Частка впливу для сортів

становила 8,4 %. Взаємодія факторів погодних умов і строків сівби склала 15,7 %, погодних умов і сорту – 2,1 %, сорту і строку сівби – 9,0 %, взаємодія всіх факторів (погодних умов, сорту і строків сівби) – 8,4 %, інші недосліджувані фактори становлять 0,9 %

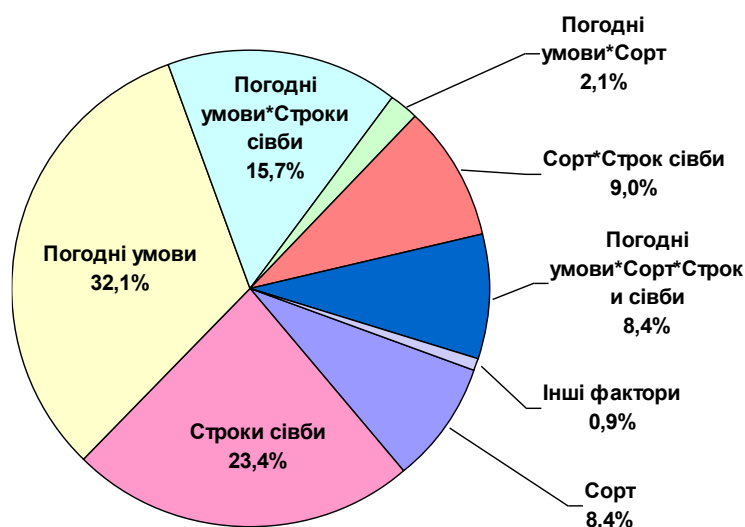


Рис. 4. Частка впливу досліджуваних факторів на польову схожість насіння сорго зернового та соризу, %

Куцистість рослин в досліді значною мірою залежала від досліджуваних сортів і значно менший вплив мали строки сівби (табл. 2). Так, у сорту сорго зернового 'Дніпровський 39' куцистість становила 1,1–1,2 шт./росл., у соризу сорту 'Самаран 6' – 1,0–1,3 шт./росл.

Висота рослин у досліді становила 118,2–122,3 см у сорго зернового сорту 'Дніпровський 39' та 112,8–116,2 см у соризу сорту 'Самаран 6'. Діаметр стебла рослин в середньому у досліді становив від 1,5 до 1,6 см.

Таблиця 2

Біометричні показники сорго зернового залежно від строків сівби (середнє за 2016–2020 рр.)

Сорти	Строки сівби	Куцистість рослин, шт./росл.	Висота рослин, см	Діаметр стебла, см	Площа листкової поверхні, тис. м ² /га
'Дніпровський 39'	I	1,1	118,2	1,6	35,8
	II	1,2	122,3	1,6	37,4
	III	1,2	119,1	1,5	36,7
'Самаран 6'	I	1,0	112,8	1,6	34,2
	II	1,3	116,2	1,6	36,8
	III	1,2	113,4	1,5	35,9
H _P 0,05		0,32	3,41	0,19	1,89

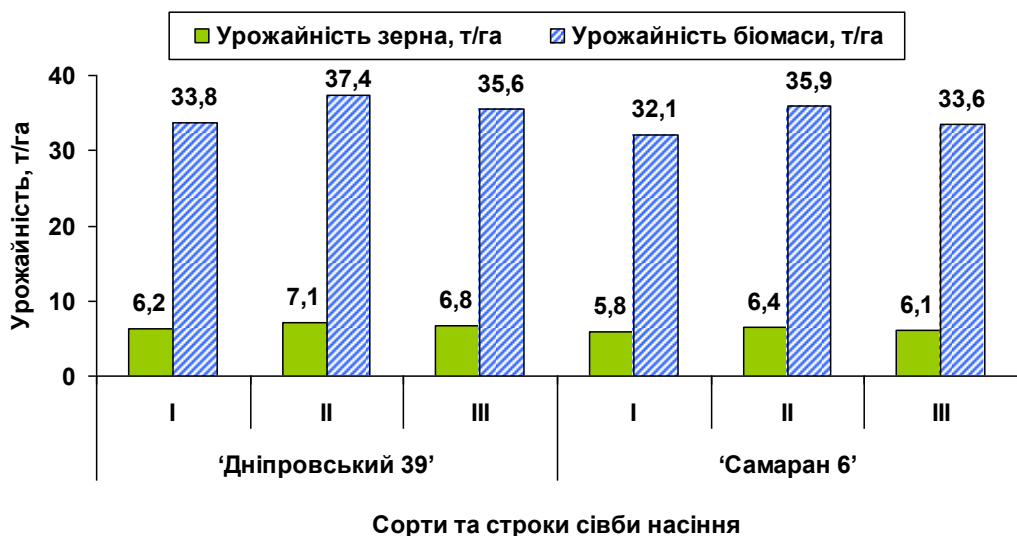
Площа листкової поверхні у період «викидання волоті-цвітіння» змінювалась залежно від досліджуваних факторів і за сівби насіння у III декаді квітня вона була меншою і дорівнювала 35,8 тис. м²/га у сорго сорту 'Дніпровський 39' та 34,2 тис. м²/га у соризу сорту 'Самаран 6'. Децю більша площа листкової поверхні спостерігається за сівби насіння у I та II декадах травня і відповідно становить у сорго 'Дніпровський 39' 37,4 та 36,7 тис. м²/га, у соризу 'Самаран 6' – 36,8 та 35,9 тис. м²/га.

Варто зазначити, що сівба насіння як сорго зернового, так і соризу у III декаді квітня та II декаді травня призводила до зменшення біометричних показників та продуктивності культур порівняно з сівбою у I декаді травня, це пояснюється тим, що лімітуючим фактором у першому випадку у період сівби було тепло, у другому – стримуючим фактором була волога. У I декаді травня рослини були добре забезпечені теплом і вологою.

Ранній строк сівби насіння сорго зернового та соризу негативно впливав на формування його продуктивності (рис. 5). За цього строку сівби у сорго сорту 'Дніпровський 39' урожайність зерна була нижчою на 8,8–12,7 %, біомаси на 5,0–9,6 % порівняно з другим (I декада травня) та третім

строком (II декада травня). Відповідно у соризу сорту 'Самаран 6' урожайність зерна була нижчою на 4,9–9,3 %, біомаси на 4,5–10,6 %.

Високу врожайність зерна та біомаси отримано за сівби насіння у I та II декадах травня. У сорго зернового сорту 'Дніпровський 39' урожайність зерна становила 7,1 та 6,8 т/га, біомаси 37,4 та 35,6 т/га; у соризу сорту 'Самаран 6' урожайність зерна дорівнювала 6,4 та 6,1 т/га, біомаси 35,9 та 33,6 т/га.



Сорти та строки сівби насіння
 I – III декада квітня, II – I декада травня; III – II декада травня
 НІР_{0,05} (урожайність зерна): А – 0,47; В – 0,48; АВ – 0,67
 НІР_{0,05} (урожайність біомаси): А – 1,97; В – 1,97; АВ – 2,78

Рис. 5. Урожайність сорго зернового залежно від строків сівби, т/га (середнє за 2016–2020 рр.)

Кореляційно-регресійний аналіз даних показав сильну лінійну кореляцію між врожайністю зерна і висотою рослин з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,842$ й коефіцієнтом кореляції $R = 0,918 \pm 0,199$ та між врожайністю біомаси і висотою рослин сорго зернового відповідно $R^2 = 0,7065$ й $R = 0,841 \pm 0,271$. За критерієм Стьюдента $t_\phi = 3,10 > t_{0,05} = 2,78$ та $t_\phi = 4,62 > t_{0,05} = 2,78$ (рис. 6).

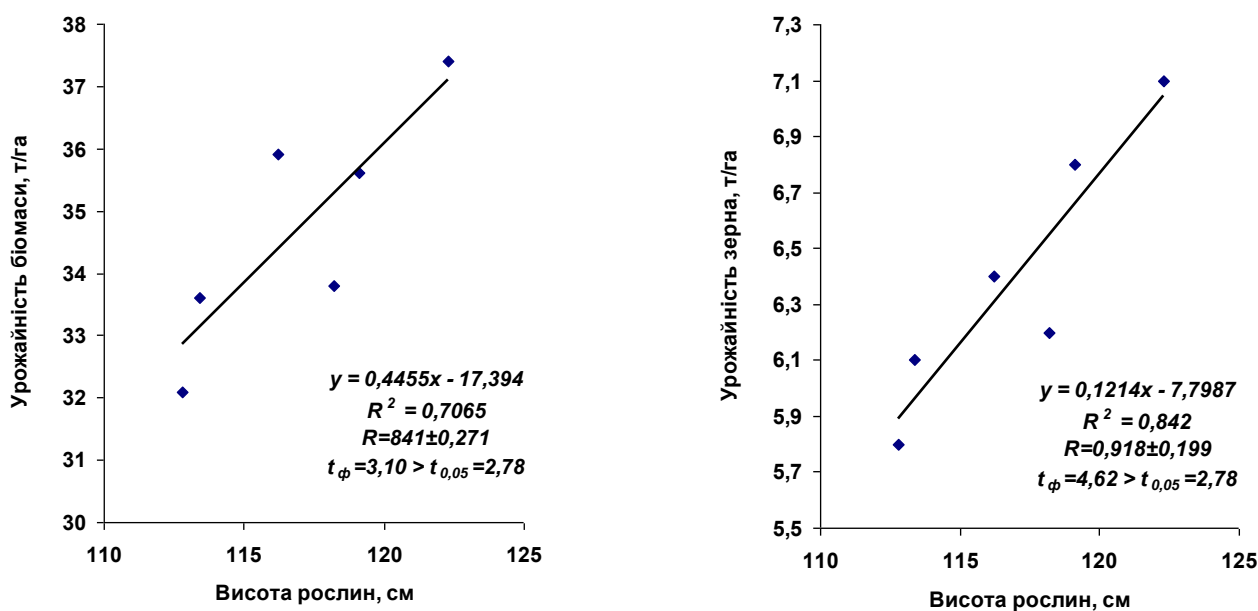


Рис. 6. Кореляційно-регресійний зв'язок між урожайністю зерна, урожайністю біомаси та висотою рослин (середнє за 2016–2020 рр.)

Також встановлено, що урожайність як зерна, так і біомаси сорго зернового має тісний зв'язок з площею листової поверхні (рис. 7). Коефіцієнт кореляції при цьому становить $R = 0,9454 \pm 0,163$ та $0,997 \pm 0,037$, а коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,8939$ та $0,9946$. За критерієм Стьюдента $t_{\phi} = 5,81 > t_{0,05} = 2,78$ та $t_{\phi} = 27,14 > t_{0,05} = 2,78$.

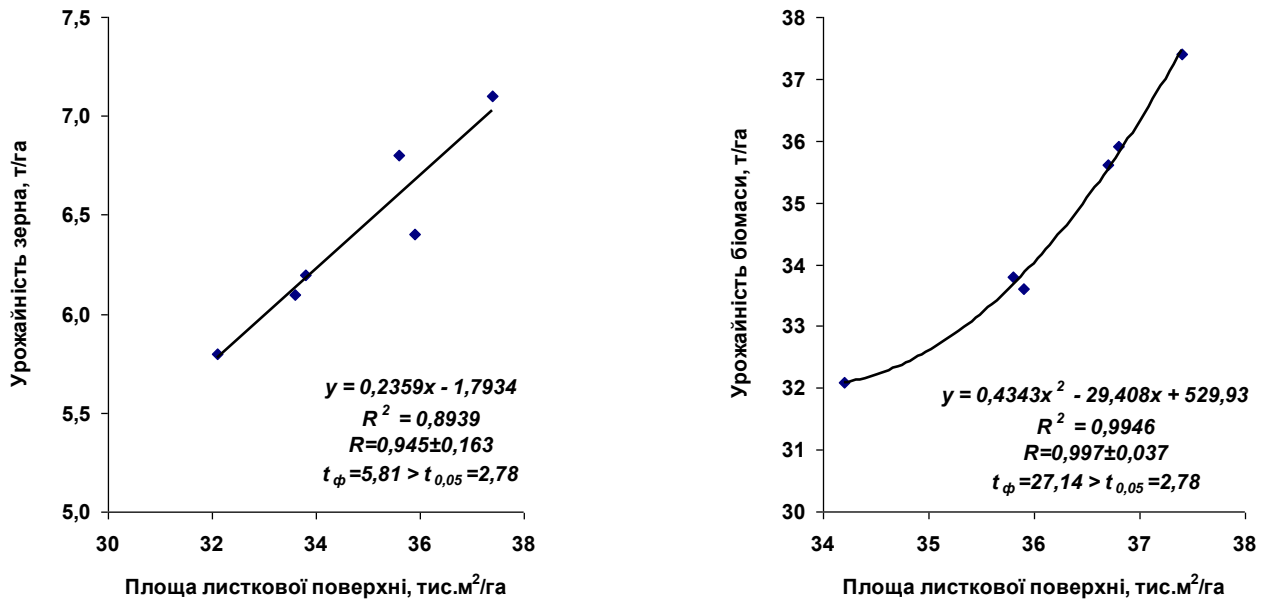


Рис. 7. Кореляційно-регресійний зв'язок між урожайністю зерна, урожайністю біомаси та площею листової поверхні (середнє за 2016–2020 рр.)

Висновки

Встановлено, що польова схожість насіння найбільше залежить від погодних умов у роки досліджень (32,1 %) та строків сівби 23,4 %, значно меншим був ступінь впливу сортів і дорівнював 8,4 %.

Досліджено, що ранній строк сівби насіння (III декада квітня) порівняно з оптимальними строками (I та II декади травня) знижує урожайність зерна сорго сорту 'Дніпровський 39' на 4,2–12,6 %, соризу сорту 'Самаран 6' на 4,7–9,4 %; біомаси відповідно на 4,8–9,6 % та на 6,4–10,6 % сівби насіння. Біометричні показники росту і розвитку рослин були також вищими за сівби насіння в оптимальні строки.

В результаті кореляційно-регресійного аналізу встановлено тісний зв'язок між урожайністю зерна і площею листової поверхні. Коефіцієнт кореляції склав $R = 0,9454 \pm 0,163$ та $0,997 \pm 0,037$, а коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,8939$ та $0,9946$. За критерієм Стьюдента $t_{\phi} = 5,81 > t_{0,05} = 2,78$ та $t_{\phi} = 27,14 > t_{0,05} = 2,78$.

Сильну кореляцію відмічено між урожайністю зерна і висотою рослин з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,842$ й коефіцієнтом кореляції $R = 0,918 \pm 0,199$ та між врожайністю біомаси і висотою рослин відповідно $R^2 = 0,7065$ й $R = 0,841 \pm 0,271$. За критерієм Стьюдента $t_{\phi} = 3,10 > t_{0,05} = 2,78$ та $t_{\phi} = 4,62 > t_{0,05} = 2,78$.

Використана література

1. Mahama G. Y., Prasad P. V., Mengel D. B., Tesso T. T. Influence of nitrogen fertilizer on growth and yield of grain sorghum hybrids and inbred lines. *Agronomy Journal*. 2014. Vol. 106. P. 1623–1630. doi: 10.2134/agronj14.0092
2. Сторожик Л. І., Войтовська В. І., Завгородня С. В., Третякова С. О. Хімічна складова сорго зернового (*Sorghum bicolor*) від біологічних особливостей гібридів. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2020. Вип. 96 (1). С. 149–166. doi: 10.31395/2415-8240-2020-96-1-149-166
3. Schittenhelm S., Schroetter S. Comparison of Drought Tolerance of Maize, Sweet Sorghum and Sorghum–Sudangrass Hybrids. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2014. Vol. 200, Iss. 1. P. 46–53. doi: 10.1111/jac.12039
4. Begna T. Effect of striga species on sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) production and its integrated management approaches. *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences*. 2021. Vol. 7, Iss. 7. P. 10–22. doi: 10.20431/2454-6224.0707002

5. Begna T. Role of sorghum genetic diversity in tackling drought effect in Ethiopia. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*. 2021. Vol. 8, Iss. 7. P. 29–45. doi: 10.22192/ijarbs.2021.08.07.005

6. Федорчук М. І., Коковіхін С. В., Каленська С. М. та ін. Науково-теоретичні засади та практичні аспекти формування еколого-безпечних технологій вирощування та переробки сорго в степовій зоні України. Херсон, 2017. 208 с.

7. Безручко О. І., Джулай Н. П. Поповнення ринку сортів рослин України: сорго звичайне (двокольорове) (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). *Plant Varieties Studying and Protection*. 2012. № 3. С. 45–51. doi: 10.21498/2518-1017.3(17).2012.58830

8. Іваніна В. В., Пашинська К. Л., Костащук М. В. Вплив добрив на врожайність та якість зерна сорго зернового. *Новітні агротехнології*. 2019. № 7. doi: 10.47414/na.7.2019.204801

9. Присяжнюк О. І., Сторожик Л. І., Завгородня С. В. Екологічна пластичність сорго зернового. *Новітні агротехнології*. 2019. № 7. doi: 10.47414/na.7.2019.204818

10. Рожков А. О., Свиридова Л. А. Польова схожість насіння і виживаність рослин сорго зернового залежно від впливу норми висіву насіння та способу сівби. *Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва*. 2017. № 1. С. 99–109.

11. Kumar A. A., Anuradha K., Ramaiah B. et al. Recent advances in sorghum biofortification research. *Plant Breeding Reviews / J. Janick* (Ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2015. Vol. 39. P. 89–124. doi: 10.1002/9781119107743.ch03

12. Kimber C. T. Origin of domesticated sorghum and its early diffusion to India and China. *Sorghum Origin, History, Technology and Production / C. W. Smith, R. A. Frederiksen* (Eds.). New York, NY: John Wiley & Sons, 2003. P. 3–98.

13. Бойко М. О. Вплив густоти посіву та строків сівби на продуктивність гібридів сорго зернового в умовах Півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2016. Вип. 3. С. 96–104.

14. Бойко М. О. Агробіологічне обґрунтування елементів технології вирощування гібридів сорго зернового в південному Степу України : дис. ... канд. с.-г. наук / Херсон. ДАУ. Херсон, 2017. 230 с.

15. Свиридов А. М., Свиридов А. А. Формування сходів сорго зернового залежно від погодних умов Східного Лісостепу. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 2. С. 62–68. doi: 10.31521/2313-092X/2019-2(102)

16. Овсієнко І. А. Особливості формування урожайності зерна сорго залежно від строків сівби. *Сільське господарство та лісівництво*. 2015. № 1. С. 21–28.

17. Черенков А. В., Шевченко М. С., Дзюбецький Б. В. та ін. Соргові культури: технологія, використання, гібриди та сорти. Дніпропетровськ, 2011. 60 с.

18. Макаров Л. Х., Скорий М. В. Соріз (технологія, селекція, насінництво, переробка). Херсон : Айлант, 2009. 224 с.

19. Роїк М. В., Правдива Л. А., Ганженко О. М. та ін. Методичні рекомендації з вирощування сорго зернового як сировини для харчової промисловості та виробництва біопалива. Київ : Компрінт, 2020. 21 с.

20. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0. Київ : Поліграф Консалтинг, 2007. 56 с.

21. Дослідна справа в агрономії : у 2 кн. Кн. 1: Теоретичні аспекти дослідної справи / за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан. 2016. 316 с.

References

1. Mahama, G. Y., Prasad, P. V., Mengel, D. B., & Tesso, T. T. (2014). Influence of nitrogen fertilizer on growth and yield of grain sorghum hybrids and inbred lines. *Agronomy Journal*, 106, 1623–1630. doi: 10.2134/agronj14.0092

2. Storozhyk, L. I., Voitovska, V. I., Zavhorodnia, S. V., & Tretiakova, S. O. (2020). The chemical component of sorghum grain (*Sorghum bicolor*) from the biological characteristics of hybrids. *Collection of Scientific Works of Uman NUS*, 96(1), 149–166. doi: 10.31395/2415-8240-2020-96-1-149-166 [in Ukrainian]

3. Schittenhelm, S., & Schroetter, S. (2014). Comparison of Drought Tolerance of Maize, Sweet Sorghum and Sorghum–Sudangrass Hybrids. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 200(1), 46–53. doi: 10.1111/jac.12039

4. Begna, T. (2021). Effect of striga species on sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) production and its integrated management approaches. *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences*, 7(7), 10–22. doi: 10.20431/2454-6224.0707002

5. Begna, T. (2021). Role of sorghum genetic diversity in tackling drought effect in Ethiopia. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, 8(7), 29–45. doi: 10.22192/ijarbs.2021.08.07.005

6. Fedorchuk, M. I., Kokovikhin, S. V., Kalenska, S. M., Rakhmetov, D. B., Fedorchuk, V. H., Filipova, I. N., ... Panfilova, A. V. (2017). *Scientific-theoretical foundations and practical aspects of formation of ecologically safe technologies of cultivation and processing of sorghum in the steppe zone of Ukraine*. Kherson: N.p. [in Ukrainian]

7. Bezruchko, O. I., & Dzhulai, N. P. (2012). Market of varieties in Ukraine: *Sorghum vulgare*, *bicolor* (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). *Plant Varieties Studying and Protection*, 3, 45–51. doi: 10.21498/2518-1017.3(17).2012.58830
8. Ivanina, V. V., Pashynska, K. L., & Kostashchuk, M. V. (2019). Effect of fertilizers on the grain yield and quality of grain sorghum. *Advanced Agritechnologies*, 7. doi: 10.47414/na.7.2019.204801 [in Ukrainian]
9. Prysiazhniuk, O. I., Storozhyk, L. I., & Zavhorodnia, S. V. (2019). Ecological plasticity of grain sorghum. *Advanced Agritechnologies*, 7. doi: 10.47414/na.7.2019.204818 [in Ukrainian]
10. Rozhkov, A. O., & Svyrydova, L. A. (2017). Field germination of seeds and survival of sorghum plants depending on the influence of seed sowing rate and method of sowing. *The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University*, 1, 99–109. [in Ukrainian]
11. Kumar, A. A., Anuradha, K., Ramaiah, B., Grando, S., Rattunde, H. F., W., Virk, P., & Pfeiffer, W. H. (2015). Recent advances in sorghum biofortification research. In J. Janick (Ed.), *Plant Breeding Reviews* (Vol. 39, pp. 89–124). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. doi: 10.1002/9781119107743.ch03
12. Kimber, C. T. (2003). Origin of domesticated sorghum and its early diffusion to India and China. In C. W. Smith, & R. A. Frederiksen (Eds.), *Sorghum Origin, History, Technology and Production* (pp. 3–98). New York, NY: John Wiley & Sons.
13. Boiko, M. O. (2017). Influence of sowing density and sowing dates on productivity of grain sorghum hybrids in the South of Ukraine. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 3, 96–104. [in Ukrainian]
14. Boiko, M. O. (2017). *Agrobiological substantiation of elements of technology of cultivation of hybrids of sorghum grain in the southern Steppe of Ukraine* (Cand. Agric. Sci. Diss.). Kherson State Agrarian University, Kherson, Ukraine. [in Ukrainian]
15. Svyrydov, A. M., & Svyrydov, A. A. (2019). Formation of grain sorghum seedlings depending on weather conditions of the Eastern Forest-Steppe. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 2, 96–104. doi: 10.31521/2313-092X/2019-2(102). [in Ukrainian]
16. Ovsienko, I. A. (2015). Features of sorghum grain yield for mation depending on sowing dates. *Agriculture and Forestry*, 1, 21–28. [in Ukrainian]
17. Cherenkov, A. V., Shevchenko, M. S., Dziubetskyi, B. V., Cherkhel, V. Y., Dziubetskyi, B. V., Bodenko, N. A., ... Artemenko, S. F. (2011). *Sorghum crops: technology, use, hybrids and varieties*. Dnipropetrovsk: N.p. [in Ukrainian]
18. Makarov, L. Kh., & Skoryi, M. V. (2009). *Soriz (technology, selection, seed production, processing)*. Kherson: N.p. [in Ukrainian]
19. Roik, M. V., Pravdyva, L. A., Hanzhenko O. M., Doronin, V. A., Sinchenko, V. M., Kurylo, V. L., ... Yalanskyi, O. V. (2020). *Guidelines for the technology of cultivation of grain sorghum as a raw material for the food industry and biofuel production*. Kyiv: Komprynt. [in Ukrainian]
20. Ermantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statistical analysis of agronomic research data in package Statistica 6.0*. Kyiv: PolihrafKonsaltnyh. [in Ukrainian]
21. Rozhkov, A. O. (Ed.). (2016). *Experimenting in agronomy. Book 1. Theoretical aspects of experimenting*. Kharkiv: Maidan. [in Ukrainian]

UDC 633.174:631.5

Pravdyva, L. A.*, **Doronin, V. A.**, & **Hanzhenko, O. M.** (2021). Formation of *Sorghum vulgare* and *Sorghum orysooidum* productivity as affected by sowing dates in the conditions of the eastern part of the Forest-Steppe of Ukraine. *Advanced Agritechnologies*, 9. <https://doi.org/10.47414/na.9.2021.253364>. [in Ukrainian]

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03141, Ukraine,
*e-mail: bioplant_@ukr.net

Purpose. To investigate the influence of varietal characteristics and terms of sowing seeds on the productivity of *Sorghum vulgare* and *Sorghum orysooidum* in the conditions of the Eastern Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** The following methods were used in the research: field – study of biological, ecological features of growth and development of productivity and quality of the crop; mathematical and statistical – used to process experimental data. **Results.** On average, over the years of research, the highest field germination of *Sorghum vulgare* and *Sorghum orysooidum* seeds was observed at the optimal sowing dates, i.e. early to middle May: and in ‘Dniprovskiyi 39’ variety of *Sorghum vulgare* it was 88.1 and 87.3%, while in *Sorghum orysooidum* variety ‘Samaran 6’ 87.6 and 87.1%. In the early sowing dares, the field germination of seeds was lower on average in the experiment by 11.0–12.3%. Tillering of the plants depended on the studied varieties and averaged 1.1–1.2 shoots/plant in ‘Dniprovskiyi 39’ and 1.0–1.3 shoots/plant in ‘Samaran 6’. The height of plants in the experiment was 118.2–122.3 cm in ‘Dniprovskiyi 39’ and 112.8–116.2 cm in ‘Samaran 6’. The diameter of the stem of sorghum plants on average in the experiment ranged from 1.5 to 1.6 cm. The leaf area during the stages throwing of panicle – flowering reached a maximum for sowing seeds in the early and middle May and amounted to 37.4 and 36.7 thousand m²/ha in ‘Dniprovskiyi 39’ and 36.8 and 35.9 thousand m²/ha in

‘Samaran 6’. Optimal sowing of sorghum seeds contributed to the formation of high crop productivity: in ‘Dniprovskiy 39’, grain yield was 7.1 and 6.8 t/ha, biomass yield 37.4 and 35.6 t/ha; in ‘Samaran 6’, grain yield was 6.4 and 6.1 t/ha, biomass yield 35.9 and 33.6 t/ha. **Conclusions.** It was found that the field germination of seeds mostly depends on weather conditions in the research years (32.1%) and sowing dates 23.4%. Varietal characteristics influenced much less, with the share of influence of 8.4%. Early sowing dates (late April), in comparison with the optimal terms (early to middle May) reduced the grain yield of ‘Dniprovskiy 39’ by 4.2–12.6% and ‘Samaran 6’ by 4.7–9.4%; biomass yield by 4.8–9.6% and 6.4–10.6%, respectively. Biometric indicators of plant growth and development were also higher. As a result of correlation-regression analysis, a close relationship was found between grain yield and leaf area. The correlation coefficient was $R = 0.9454 \pm 0.163$ and 0.997 ± 0.037 , and the coefficient of determination was $R^2 = 0.8939$ and 0.9946 . According to Student criteria, $t_f = 5.81 > t_{0.05} = 2.78$ and $t_f = 27.14 > t_{0.05} = 2.78$. A strong correlation was observed between grain yield and plant height with a coefficient of determination $R^2 = 0.842$ and a correlation coefficient $R = 0.918 \pm 0.199$ and between biomass yield and plant height, respectively $R^2 = 0.7065$ and $R = 0.841 \pm 0.271$. According to Student criteria, $t_f = 3.10 > t_{0.05} = 2.78$ and $t_f = 4.62 > t_{0.05} = 2.78$.

Keywords: *field germination; biometric indicators; grain and biomass yields.*

Надійшла / Received 18.11.2021
Погоджено до друку / Accepted 06.12.2021