

Продуктивність сорго звичайного двокольорового [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] та соризу (*S. orysoïdum*) залежно від методів контролювання чисельності бур'янів

Л. А. Правдива^{1*}, О. М. Ганженко¹, Г. С. Гончарук²

¹Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна, *e-mail: bioplant_@ukr.net

²Ялтушківська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Селекційна, 4, с. Черешневе, Барський р-н, Вінницька обл., 23074, Україна

Мета. Встановити ефективність методів контролювання чисельності бур'янів стосовно продуктивності сорго звичайного двокольорового та соризу в умовах нестійкого зволоження західної частини Лісостепу України. **Методи.** Під час проведення дослідів використовували польовий, лабораторний і математично-статистичний методи. Так, польовий полягає у вивченні біологічних та екологічних особливостей росту, продуктивності та якості культури, включає спостереження, дотримання обліків умов і результатів. Метою лабораторного методу є виявлення взаємозв'язку між рослиною та середовищем (ґрунтом) способом їх аналізу. Математично-статистичний метод використовують для опрацювання експериментальних даних, щоб підвищити обґрунтованість результатів. **Результати.** За роки проведення досліджень проаналізовано видовий і кількісний склад бур'янів у посівах сорго звичайного двокольорового та соризу. Найвищу ефективність знищення бур'янів відмічено у варіанті з ручним прополюванням – 95,0–97,0%, за хімічного обробітку – 82,0–83,0%, за механічного – 78,6–88,5%. У контрольному варіанті (без догляду) забур'яненість, навпаки, збільшилась на 10,3–13,9%. Найнижчу врожайність зерна та біомаси у сортів 'Дніпровський 39' (2,35 і 22,23 т/га) та 'Самаран 6' (2,50 і 22,7 т/га) отримано на забур'яненому варіанті (контроль). Дещо вищу – за механічного обробітку. Застосування хімічного способу контролювання сприяло збільшенню кількості врожаю до 3,40 т/га зерна і 29,07 т/га біомаси у сорго та 2,80 т/га зерна і 27,73 т/га біомаси в соризу; ручне прополювання – до 3,90 т/га зерна і 32,13 т/га біомаси у сорго та 3,50 т/га зерна і 30,63 т/га біомаси в соризу. **Висновки.** Найбільший розрахунковий вихід біоетанолу та твердого біопалива з одиниці площі отримано завдяки ручному прополюванню у процесі вирощування сорго звичайного двокольорового (1,29 та 9,16 т/га) й соризу (1,16 та 9,09 т/га). Загальний вихід енергії становив 181,62 та 177,02 ГДж/га відповідно. В інших варіантах досліді вказані показники були нижчими. Кореляційно-регресійний аналіз даних показав сильну кореляцію між урожайністю зерна та виходом біоетанолу, врожайністю та виходом твердого біопалива, врожайністю зерна та виходом енергії з біоетанолу, врожайністю біомаси та виходом енергії з твердого біопалива. Коефіцієнт кореляції мав значення від 0,87 до 0,99, а коефіцієнт детермінації – від 0,78 до 0,99.

Ключові слова: сорго звичайне двокольорове; сориз; бур'яни; гербіцид; урожайність; біоетанол; тверде біопаливо.

Вступ

Сорго звичайне двокольорове [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] та сориз (*S. orysoïdum*) – злакові культури, що характеризуються високою врожайністю, посухостійкістю та невибагливістю до умов вирощування. Їх використовують у продовольчій, кормовій і технічній галузях [1–3]. За площами вирощування у світі сорго посідає п'яте місце серед зернових (після пшениці, рису, кукурудзи і ячменю) та третє серед зернофуражних культур [4]. Натепер його розглядають і як важливу рослину для виробництва біопалива (біоетанолу та твердого біопалива) [5, 6].

Однією з найбільших проблем землеробства є забур'яненість посівів сільськогосподарських культур, що призводить до зниження їхньої врожайності та погіршення якості продукції. Бур'яни є джерелом поширення шкідників і збудників хвороб. Вони перешкоджають впровадженню інтенсивних технологій, через що збільшується собівартість продукції [7, 8], а також конкурують із сільськогосподарськими культурами за світло, воду й елементи живлення, затримуючи ріст і розвиток рослин і знижуючи їхню врожайність більш як на 30–50% [9, 10].

Встановлено, що рівень забур'яненості посівів залежить від елементів технології вирощування [11, 12].

Особливістю сорго є повільний ріст і розвиток на ранніх етапах онтогенезу, що проявляється у високій енергоємності освітленості поверхні ґрунтів посівів (0,45–0,50 ккал на 1 см²) і, як наслідок, у 10 разів більшому пригні-

Liudmyla Pravdyva

<https://orcid.org/0000-0002-5510-3934>

Oleksandr Hanzhenko

<https://orcid.org/0000-0002-8118-1645>

ченні бур'янами, порівнюючи з пшеницею озимою, і в 3 рази, порівнюючи із соняшником. Залежно від тривалості конкуренції змінюються також кількість і маса бур'янів, чиста продуктивність фотосинтезу, динаміка наростання маси, врожайність сорго тощо [13].

За даними авторів, несприятливі фактори довкілля у різних кліматичних умовах досить часто впливають на процес вирощування кукурудзи та сорго. Важливим за таких обставин є контроль забур'яненості посівів, спрямований на покращення поживного і водного режимів ґрунту, оптимізацію росту та розвитку рослин і підвищення продуктивності [14–17].

Застосування хімічного захисту у посівах сорго зернового дало змогу зменшити забур'яненість на 71,4%. Механічний спосіб контролювання чисельності бур'янів забезпечив її зниження на 79,6–80,8% [18].

Мета досліджень – встановити, з якою ефективністю методи контролювання чисельності бур'янів впливають на розвиток і продуктивність сорго звичайного двоколірного та соризу в умовах нестійкого зволоження західної частини Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень

Досліди закладали впродовж 2018–2020 рр. в умовах нестійкого зволоження Ялтушківської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. Географічне

розташування станції – 48°59' північної широти та 27°27' західної довготи. Ґрунти – сірі опідзолені слабкозмиті, які містили 63 мг азоту на 1 кг ґрунту, 109 – фосфору та 119 – калію. Кислотність – 2,9 мк-екв/100 г ґрунту. Щільність – 1,25 г/см³. У метровому шарі ґрунту – 110 мл продуктивної вологи.

Схема дослідів складалася з таких варіантів: сорти (фактор А) 'Дніпровський 39' і 'Самаран 6' та методи контролювання чисельності бур'янів, а саме: без догляду (контроль), механічний спосіб, хімічний спосіб (гербіцид) та ручне прополювання. Повторність чотириразова, площа посівної ділянки – 50 м², облікової – 25 м². Механічний спосіб контролю передбачав досходове боронування та міжрядні обробітки, хімічний – обприскування гербіцидом Гвардіан Тетра (3,5 л/га) до появи сходів сорго. Препарат вносили вручну в суху погоду, коли температура повітря становила від 16 до 24 °С. Норма витрати робочої рідини – 300 л/га.

Температурні показники вегетаційного періоду 2018 року в середньому на 3,3 °С перевищували усереднені багаторічні (рис. 1). Найспекотнішими були травень (17,3 °С) та літні місяці (19,3; 20,1 та 21,2 °С). Схожу тенденцію спостерігали й у 2019 р.: 9,2 °С у квітні, 15,3 °С у травні, 22,1 °С у червні, 19,0 °С у липні, 20,0 та 14,7 °С у серпні та вересні, що на 1,9; 1,8; 5,7; 0,5; 2,3 та 1,3 °С відповідно більше за багаторічні значення. 2020 року температура повітря не перевищувала серед-

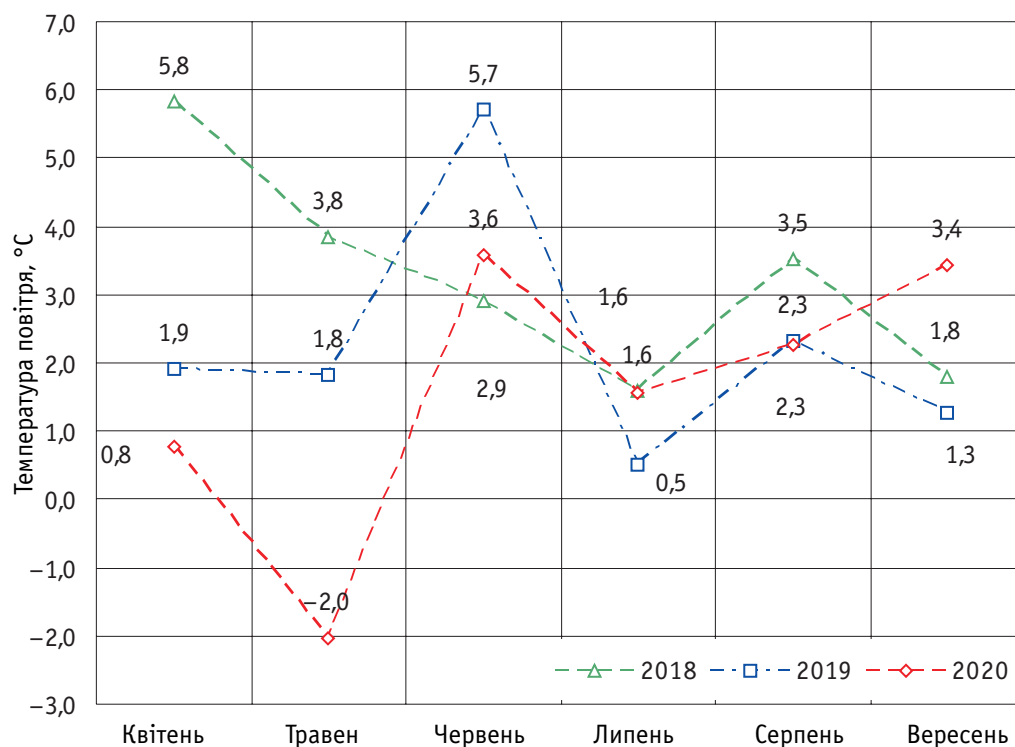


Рис. 1. Відхилення показників температури повітря від середніх багаторічних даних (2018–2020 рр.)

ні показники лише у травні, коли була нижчою від них на 2 °С.

Кількість опадів (дощів) у 2018 р. становила 267,4 мм, що на 102,6 мм менше за середнє багаторічне значення. Квітень цього року характеризувався повною відсутністю (0 мм) атмосферної вологи (середнє значення квітня – 42 мм), низькими її показниками відзначився і травень – 14,5 мм, що на 47,5 мм менше за багаторічні дані. Найбільше опадів спостерігали у червні (на 21,2 мм більше за середнє значення) та липні (на 7,9 мм менше ніж усереднений показник). У серпні та вересні кількість атмосферної вологи була нижчою за багаторічні значення на 14,8 і 11,6 мм (рис. 2).

Сума опадів у вегетаційний період 2019 року становила 429,0 мм і на 59 мм пере-

вищувала середню багаторічну. Найменше атмосферної вологи випало у серпні та вересні (22,0 та 27,0 мм), найбільше – у травні (214 мм).

Кількість опадів у квітні (65 мм) на 23 мм переважала багаторічні дані та поступалася їм на 10,0 і 51,0 мм у червні (64,0 мм) та липні (37,0 мм).

Значно менше опадів спостерігали у 2020 р. – 261,8 мм (на 108,2 мм нижче за усереднене значення). Дані за квітень (13,3 мм), липень (16,8 мм) і серпень (21,0 мм) найбільше поступалися багаторічним – на 28,7; 71,2 та 34,0 мм, а в травні (75 мм) та червні (84,5 мм), навпаки, переважали їх з різницею в показниках 13,0 та 10,5 мм відповідно.

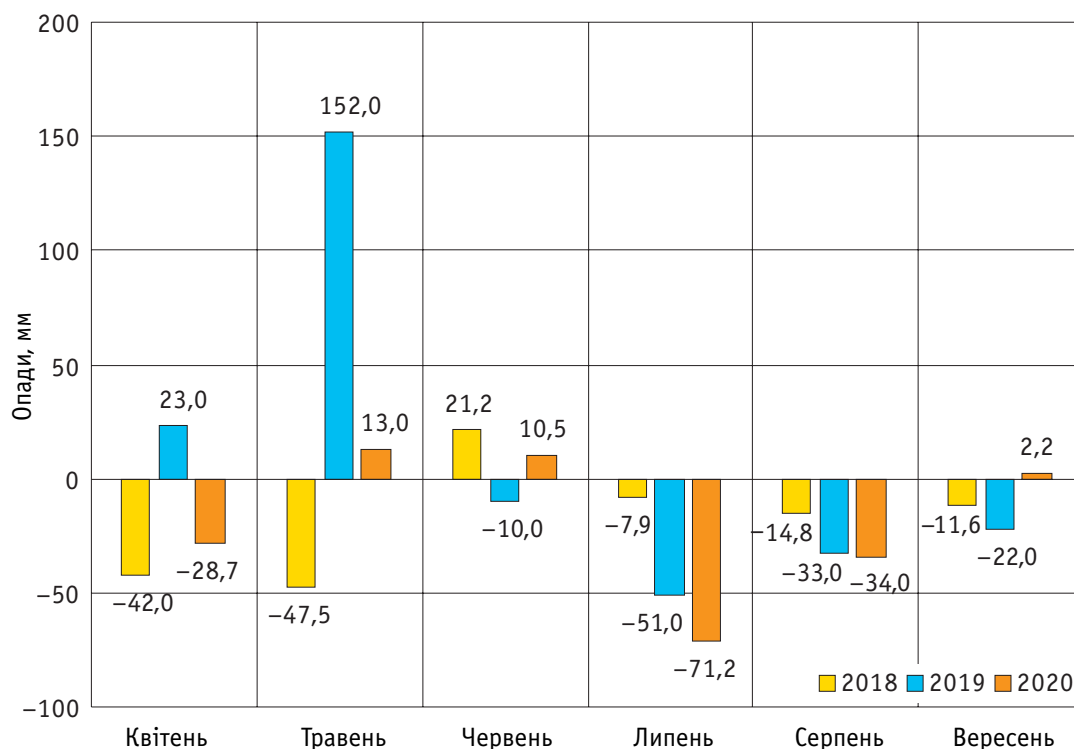


Рис. 2. Відхилення показників кількості опадів від середніх багаторічних даних (2018–2020 рр.)

У процесі досліджень визначали вплив гербіциду та методів контролювання чисельності бур'янів на посіви сорго. Ефективність гербіциду встановлювали відповідно до «Методики випробування і застосування пестицидів» [19].

Дніпровський 39'. Оригіна́тор – Синельниківська СДС ДУ ІЗК, Інститут зернових культур НААН. До Реєстру сортів рослин України внесено 2000 року. Ранньостиглий, дозріває за 100–105 дб після сходів. Зерновий напрям використання. Потенційна врожайність – 6–7 т/га.

Самаран 6'. Оригіна́тор – ДУ Інститут зернових культур НААН України. До Реєстру

сортів рослин України внесено 2006 року. Середньостиглий, дозріває за 105–120 дб. Потенційна врожайність – 4–5 т/га.

Для розрахунку виходу біоетанолу, твердого біопалива й енергії використовували методику, розроблену в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. Вихід біоетанолу обчислювали, враховуючи врожайність зерна, вміст у ньому сухої речовини і крохмалю; вихід твердого біопалива – враховуючи врожайність біомаси, її сухої речовини та вологість твердого біопалива (10%) [20]. Вміст крохмалю в зерні визначали поляриметричним методом за Еверсом. Для

аналізу отриманих даних використовували програму Statistica 6 [21].

Результати досліджень

У таблиці 1 наведено інформацію щодо видів бур'янів, які переважали в посівах сорго звичайного двокольорового та соризу.

На рисунку 3 подано дані про кількість бур'янів на початку вегетаційного періоду та після застосування методів контролю їх чисельності. Так, найбільше бур'янів знищено у варіанті з ручним прополюванням – 95,0–97,0%, або 113–119 шт./м²; за хімічного обробітку – 82,0–83,0%, чи 96–98 шт./м²; механічного – 78,6–88,5%, або 106–108 шт./м². У контрольному варіанті забур'яненість, навпаки, збільшилась на 10,3–13,9%, тобто 12–16 шт./м².

Встановлено, що кількість бур'янів у посівах і методи контролювання їх чисельності впливають не лише на розвиток рослин, а й на одержуваний урожай. Так, у сорту 'Дніпровський 39' найнижчу врожайність зерна та біомаси (2,35 і 22,23 т/га) відмічено на забур'яненому варіанті (табл. 2); дещо вищу [на 0,55 (зерно) та 5,37 т/га (біомаса)] – за механічного обробітку. Застосування хімічного способу та ручне прополювання сприяли збільшенню кількості врожаю відповідно до 3,40 та 3,90 т/га зерна та 29,07 і 32,13 т/га біомаси.

Сориз 'Самаран 6' продемонстрував найнижчу врожайність зерна та біомаси у контрольному варіанті – 2,50 та 22,70 т/га; за механічного обробітку її значення становили 2,80 та 25,70 т/га; хімічного – 3,50 та 30,63 т/га.

Таблиця 1

Наявність бур'янів у посівах сорго звичайного двокольорового та соризу (2018–2020 рр.)

Види бур'янів, назви		У посівах	
		сорго звичайного двокольорового, шт./м ²	соризу, шт./м ²
Злакові однорічні	поскуха звичайна (<i>Echinochloa crus-galli</i> L.)	26,4	24,1
	мишій сизий (<i>Setaria glauca</i> L.)	20,1	22,3
Дводольні малорічні	лобода біла (<i>Chenopodium album</i> L.)	8,4	10,1
	щириця звичайна (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	10,3	9,2
	грицики звичайні (<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)	4,5	4,8
	курячі очка польові (<i>Anagallis arvensis</i> L.)	1,8	2,0
	талабан польовий (<i>Thlaspi arvense</i> L.)	2,0	1,5
Багаторічні злакові	пирій повзучий (<i>Elymus repens</i> L.)	1,0	1,5
Коренепаросткові	осот жовтий (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	1,0	2,0
	берізка польова (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)	2,5	1,2

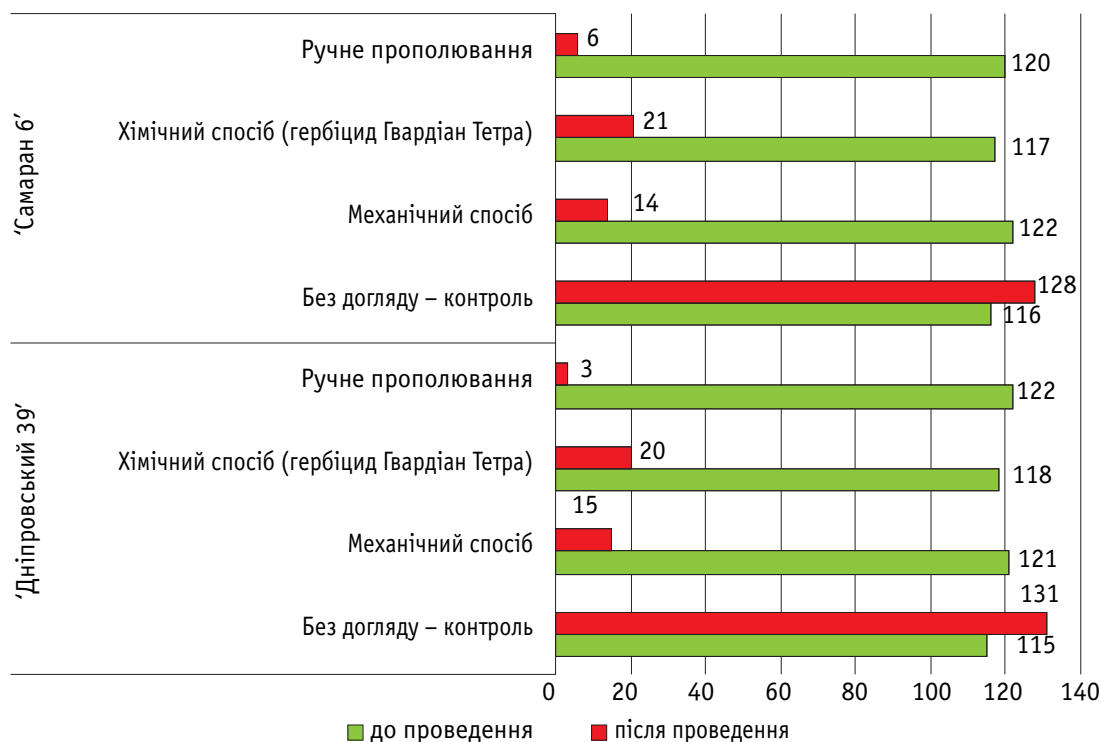


Рис. 3. Кількість бур'янів у посівах сорго й соризу залежно від сорту та методів контролювання їх чисельності, шт./м² (2018–2020 рр.)

Найвищі показники одержано у варіанті з ручним прополюванням, коли рослини сорго

мали більший доступ до поживних елементів і вологи з ґрунту.

Таблиця 2

Урожайність, вміст сухої речовини та крохмалю в зерні сорго звичайного двокольорового та соризу залежно від методів контролювання чисельності бур'янів (2018–2020 рр.)

Сорт	Методи контролювання бур'янів	Урожайність, т/га		Вміст крохмалю, %	Вміст сухої речовини, %	
		зерна	біомаси		у зерні	у біомасі
'Дніпровський 39'	Без догляду – контроль	2,35	22,23	76,0	84,3	23,8
	Механічний спосіб	2,90	27,60	78,0	85,4	24,4
	Хімічний спосіб	3,40	29,07	76,1	85,9	25,9
	Ручне прополювання	3,90	32,13	77,0	86,3	26,7
'Самаран 6'	Без догляду – контроль	2,50	22,70	77,0	84,0	23,9
	Механічний спосіб	2,70	25,70	77,0	85,9	25,7
	Хімічний спосіб	2,80	27,73	78,0	86,0	25,8
	Ручне прополювання	3,50	30,63	77,0	86,1	27,0
НІР _{0,05}		1,22	3,85	0,13	0,20	0,16

Уміст сухої речовини в зерні досліджуваних сортів без догляду посівів (контроль) становив 84,0–84,3%, за механічного обробітку – 84,5–85,9%, хімічного – 85,9–86,0%. У варіанті з ручним прополюванням – 86,1–86,3%. Кількість сухої речовини в біомасі (листі та стеблах) й уміст крохмалю в зерні (76,0–79,0%) теж залежали від методів контролювання чисельності бур'янів. Відмінність між показниками спричинена також сортовими

особливостями, елементами технології та ґрунтово-кліматичними умовами вирощування.

Максимальний вихід біоетанолу та твердо-го біопалива з одного гектара посівів отримано завдяки ручному прополюванню у процесі вирощування сорго звичайного двокольорового (1,29 та 9,16 т/га) та соризу (1,16 та 9,09 т/га). Загальний вихід енергії становив 181,62 та 177,02 ГДж/га відповідно (табл. 3).

Таблиця 3

Розрахунковий вихід біопалива та енергії залежно від методів контролювання чисельності бур'янів (2018–2020 рр.)

Сорти	Методи контролювання бур'янів	Вихід біоетанолу, т/га	Вихід твердого біопалива, т/га	Вихід енергії з біоетанолу, ГДж/га	Вихід енергії з твердого біопалива, ГДж/га	Загальний вихід енергії, Дж/га
'Дніпровський 39'	Без догляду – контроль	0,78	5,81	19,39	94,73	114,12
	Механічний спосіб	0,97	7,41	23,73	120,75	144,48
	Хімічний спосіб	1,12	8,28	27,99	135,00	162,99
	Ручне прополювання	1,29	9,16	32,25	149,36	181,62
'Самаран 6'	Без догляду – контроль	0,84	5,97	20,93	97,28	118,21
	Механічний спосіб	0,95	7,27	23,87	118,43	142,30
	Хімічний спосіб	0,98	7,86	23,87	128,14	152,01
	Ручне прополювання	1,16	9,09	28,88	148,14	177,02

В інших варіантах досліді вищевказані показники були меншими. Зокрема, застосування гербіциду зменшило вихід біоетанолу та твердого біопалива на 13,2 та 9,6% для сорго та 15,5 та 13,5% для соризу. Загальний вихід енергії знизився на 10,2 та 14,1%. За механічного обробітку ґрунту спостерігали зменшення виходу біопалива на 24,8 та 19,1% у сорго та 18,1–20% в соризу, загального виходу енергії – на 20,4 та 19,6% відповідно. Це пояснюється тим, що на дослідних ділянках навіть після контролювання чисельності залишалася певна кількість бур'янів, а тому знижувались урожайність зерна і біомаси. Мінімальними показниками виходу біопалива та енергії характеризувався забур'янений варіант (контроль).

Кореляційно-регресійний аналіз отриманих результатів показав сильну поліномальну кореляцію між урожайністю зерна та виходом біоетанолу, виражену рівнянням $y = -0,0286x^2 + 0,4155x - 0,1579$ ('Дніпровський 39') та $y = 0,0114x^2 - 0,0076x + 0,8237$ ('Самаран 6') (рис. 4). Коефіцієнт кореляції та детермінації становив $R^2 = 0,97$ та $R = 0,98$ ('Дніпровський 39') та $R^2 = 0,78$ та $R = 0,88$ ('Самаран 6').

Відміченой сильний зв'язок між урожайністю біомаси та виходом твердого біопалива (рис. 5). Коефіцієнт детермінації та кореляції – $R^2 = 0,99$ і $R = 0,93$ ('Дніпровський 39') та $R^2 = 0,99$ і $R = 0,99$ ('Самаран 6').

Існує також висока кореляція між урожайністю зерна та виходом енергії з біоетанолу (коефіцієнт детермінації та кореляції –

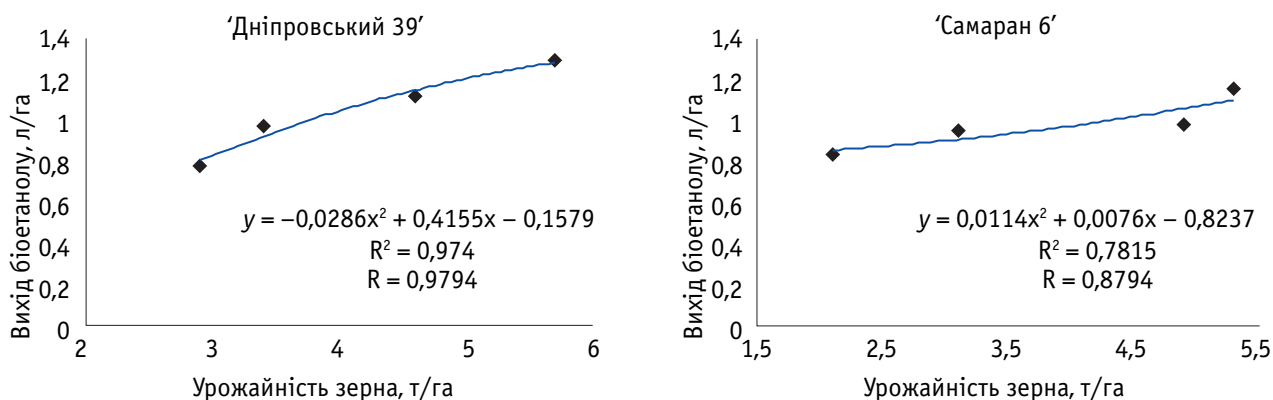


Рис. 4. Кореляційно-регресійний зв'язок між урожайністю зерна та виходом біоетанолу (2018–2020 рр.)

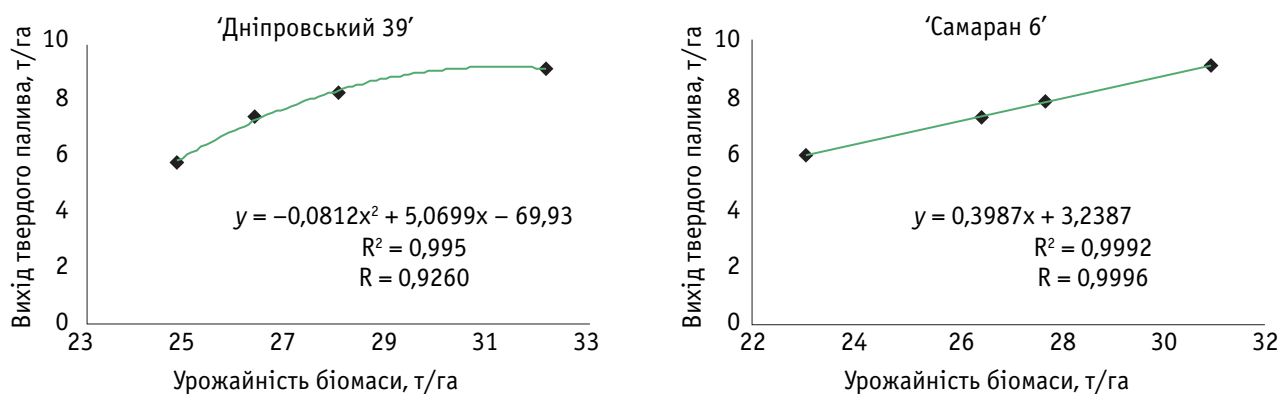


Рис. 5. Кореляційно-регресійний зв'язок між урожайністю біомаси та виходом твердого палива (2018–2020 рр.)

$R^2 = 0,79$ та $R = 0,87$), а також між урожайністю біомаси та виходом енергії з твердого біопалива (коефіцієнт детермінації та кореляції – $R^2 = 0,93$ та $R = 0,96$) (рис. 6).

Створення багатопрофільних схем перероблення сорго звичайного двокольорового та соризи є важливим завданням, оскільки через збільшення чисельності населення неможливо виділити площі лише під вирощування рослин біоенергетичного напрямку використання. Тому науковці вказують на необхідність пошуку універсальних культур, придатних для перероблення як на харчові, так і біоенергетичні цілі. Вони повинні бути не лише

стійкими проти хвороб, а й ефективно переносити глобальне потепління та протистояти посухам, здатним знищити врожай [22]. До таких культур належать і соргові, особливості формування продуктивності посівів яких залежно від забур'яненості та методів захисту, було розглянуто у процесі досліджень. Багато вчених вважають важливим використання культур з високою біомасою, які можуть забезпечувати не лише зерновими продуктами та кормами, а й сировиною для виробництва біопалива. Зокрема, перспективним напрямом є одержання крохмалю, цукру та лігноцелюлозних речовин [23, 24].

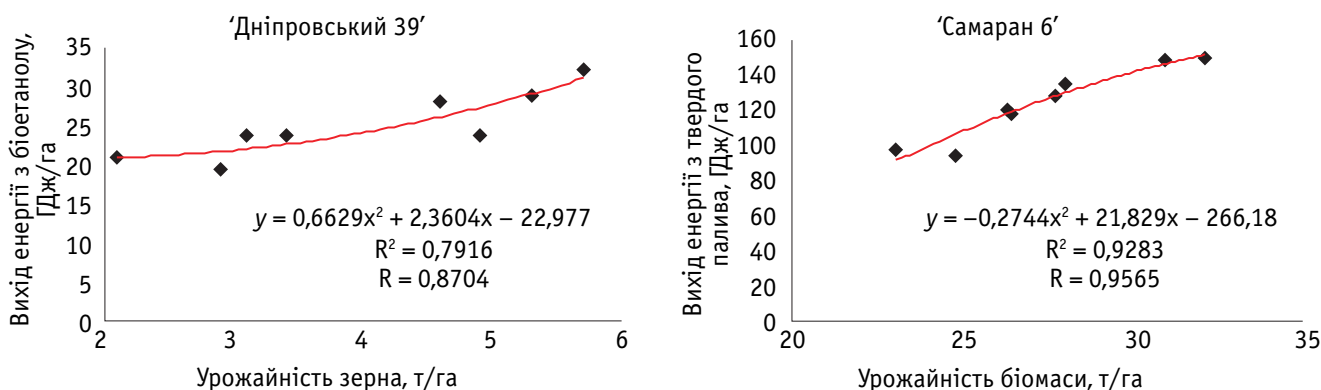


Рис. 6. Кореляційно-регресійний зв'язок між урожайністю зерна та виходом енергії з біоетанолу й між урожайністю біомаси та виходом енергії з твердого палива (2018–2020 рр.)

Отже, вивчення закономірностей формування врожаю біомаси та зерна соргових культур в умовах зони нестійкого зволоження західної частини Лісостепу України дає змогу рекомендувати до виробництва кращі схеми контролювання чисельності бур'янів. Адаптація забезпечення необхідних параметрів росту (підвищення врожайності зерна та/або врожайності вегетативної маси) є актуальним за правильного планування посівів із чітко відомою стратегією подальшого переоблення.

Висновки

Досліджено видовий і кількісний склад бур'янів у посівах сорго звичайного двокольорового та соризу. Найвищу ефективність знищення бур'янів відмічено у варіанті з ручним прополюванням – 95,0–97,0%, за хімічного обробітку – 82,0–83,0%, за механічного – 78,6–88,5%. У контрольному варіанті (без догляду) забур'яненість, навпаки, збільшилась на 10,3–13,9%.

Найнижчу врожайність зерна та біомаси у сортів 'Дніпровський 39' (2,35 та 22,23 т/га) та 'Самаран 6' (2,50 та 22,7 т/га) отримано на забур'яненому варіанті (контроль). Дещо вищу – за механічного обробітку. Застосування хімічного способу контролювання сприяло збільшенню кількості врожаю до 3,40 т/га зерна і 29,07 т/га біомаси у сорго та 2,80 т/га зерна і 27,73 т/га біомаси в соризу; ручне прополювання – до 3,90 т/га зерна і 32,13 т/га біомаси у сорго та 3,50 т/га зерна і 30,63 т/га біомаси в соризу.

Найбільший розрахунковий вихід біоетанолу та твердого біопалива з одиниці площі отримано завдяки ручному прополюванню у процесі вирощування сорго звичайного двокольорового (1,29 та 9,16 т/га) й соризу (1,16 та 9,09 т/га). Загальний вихід енергії становив 181,62 та 177,02 ГДж/га. В інших варіантах досліджу вказані показники були нижчими.

Кореляційно-регресійний аналіз даних показав сильну кореляцію між урожайністю зерна та виходом біоетанолу, врожайністю та виходом твердого біопалива, врожайністю зерна та виходом енергії з біоетанолу, врожайністю біомаси та виходом енергії з твердого біопалива. Коефіцієнт кореляції мав значення від 0,87 до 0,99, а коефіцієнт детермінації – від 0,78 до 0,99.

Використана література

1. Popescu A., Dinu T. A., Stoian E. Sorghum – an important cereal in the world, in the European Union and Romania. *Scientific papers. Series Management Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2018. Vol. 18, Iss. 4. P. 271–284.

2. Somegowda V. K., Vemula A., Naravula J. et al. Evaluation of fodder yield and fodder quality in sorghum and its interaction with grain yield under different water availability regimes. *Current Plant Biology*. 2021. Vol. 25. Article 100191. doi: 10.1016/j.cpb.2020.100191

3. 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

4. Sarshad A., Talei D., Torabi M. et al. Morphological and biochemical responses of *Sorghum bicolor* (L.) Moench under drought stress. *SN Applied Sciences*. 2021. Vol. 3, Iss. 1. Article 81. doi: 10.1007/s42452-020-03977-4

5. Pravdyva L. A., Doronin V. A., Dryha V. V. et al. Yield capacity and energy value of sorghum grain depending on the application of mineral fertilisers. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2022. Vol. 109, Iss. 2. P. 115–122. doi: 10.13080/z-a.2022.109.015

6. Bollam S., Romana K. K., Rayaprolu L. et al. Nitrogen use efficiency in Sorghum: exploring native variability for traits under variable N-Regimes. *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 12. Article 643192. doi: 10.3389/fpls.2021.643192

7. Зуза В. С., Гутянський Р. А. Новий підхід до типів забур'яненості посівів. *Карантин і захист рослин*. 2018. № 3. С. 4–6.

8. Курдюкова О. М., Тищук О. П. Забур'яненість ґрунту насінням бур'янів та заходи її зменшення. *Захист і карантин рослин*. 2019. Вип. 65. С. 100–110.

9. Гутянський Р. А., Попов С. І., Костромітін В. М. та ін. Вплив основного обробітку ґрунту та удобрення на забур'яненість посівів соняшнику. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2021. № 1. С. 60–68. doi: 10.31521/2313-092X/2021-1(109)-8

10. Ткаченко М. А., Задубинна Є. В., Цюк О. А., Кондратюк І. М. Моніторинг забур'яненості посівів сої у короткочасній сівоозміні. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 7. С. 29–35. doi: 10.31073/agroviznyk202207-05

11. Грицюк Н. В., Плотницька Н. М., Тимошук Т. М. та ін. Вплив обробітків ґрунту на забур'яненість посівів пшениці озимої в умовах Полісся України. *Scientific Horizons*. 2020. № 5. С. 15–21. doi: 10.33249/2663-2144-2020-90-5-15-21

12. Кирилюк В. П., Тимошук Т. М., Шульга С. Ю. Формування бур'янового компоненту агрофітоценозу гірчиці білої залежно від агротехнічних заходів. *Scientific Horizons*. 2018. № 7–8. С. 116–124.

13. Дроздова О. В. Продуктивність та хімічний склад зеленої маси сумісних посівів різних гібридів кукурудзи та сорго. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. 2015. № 114. С. 69–73.

14. Grabovskyi M., Lozinskyi M., Grabovska T., Roubik H. Green mass to biogas in Ukraine – bioenergy potential of corn and sweet sorghum. *Biomass Conversion and Biorefinery*. 2023. Vol. 13, Iss. 4. P. 3309–3317. doi: 10.1007/s13399-021-01316-0

15. Грабовський М. Б. Вплив заходів контролювання чисельності бур'янів на ріст та розвиток кукурудзи. *Агробіологія*. 2017. № 2. С. 45–54.

16. Грабовський М. Б. Регулювання рівня забур'яненості посівів сорго цукрового агротехнічними і хімічними методами. *Карантин і захист рослин*. 2018. № 3. С. 33–37.

17. Safdar M. E., Tanveer A., Khaliq A., Riaz M. A. Yield losses in maize (*Zea mays*) infested with parthenium weed. *Crop Protection*. 2015. Vol. 70. P. 77–82. doi: 10.1016/j.cropro.2015.01.010

18. Правдива Л. А., Дубовий Ю. П. Захист посівів сорго зернового від бур'янів у Правобережному Лісостепу України. *Карантин і захист рослин*. 2018. № 3. С. 31–32.

19. Методика випробування і застосування пестицидів / за ред. С. О. Трибеля. Київ : Світ, 2001. 448 с.

20. 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.

21. 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.
22. Rivero R. M., Mittler R., Blumwald E., Zandalinas S. I. Developing climate-resilient crops: improving plant tolerance to stress combination. *Plant Journal*. 2022. Vol. 109, Iss. 2. P. 373–389. doi: 10.1111/tpj.15483
23. Takanashi H. Genetic control of morphological traits useful for improving sorghum. *Breeding Science Preview*. 2023. Vol. 73, Iss. 1. P. 57–69. doi: 10.1270/jsbbs.22069
24. Kazungu F. K., Muindi E. M., Mulinge J. M. Overview of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.), its Economic Importance, Ecological Requirements and Production Constraints in Kenya. *International Journal of Plant & Soil Science*. 2023. Vol. 35, Iss. 1. P. 62–71. doi: 10.9734/IJPSS/2023/v35i12744
10. Tkachenko, M. A., Zadubynna, Ye. V., Tsiuk, O. A., & Kondratiuk, I. M. (2022). Monitoring of weediness of soybean crops in short rotation crop rotation. *Bulletin of Agricultural Science*, 7, 29–35. doi: 10.31073/agrovisnyk202207-05 [In Ukrainian]
11. Hrytsiuk, N. V., Plotnytska, N. M., Tymoshchuk, T. M., Dovbysh, L. L., & Bondareva, L. M. (2020). Influence of the tillage on weediness of winter wheat crops in conditions of Ukrainian Polissia. *Scientific Horizons*, 5, 15–21. doi: 10.33249/2663-2144-2020-90-5-15-21 [In Ukrainian]
12. Kyrlyuk, V. P., Tymoshchuk, T. M., & Shulha, S. Iu. (2018). Weed component formation of white mustard agrophytocenosis depending on agrotechnical measures. *Scientific Horizons*, 7–8, 116–124. [In Ukrainian]
13. Drozdova, O. V. (2015). Green mass of different hybrids maize and sorghum mixed crops productivity and chemical composition. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Science of Ukraine*, 114, 69–73. [In Ukrainian]
14. Grabovskiy, M., Lozinskyi, M., Grabovska, T., & Roubik, H. (2023). Green mass to biogas in Ukraine – bioenergy potential of corn and sweet sorghum. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 13(4), 3309–3317. doi: 10.1007/s13399-021-01316-0
15. Grabovskiy, M. (2017). Weed control measures impact on corn growth and development. *Agrobiologia*, 2, 45–54. [In Ukrainian]
16. Grabovskiy, M. B. (2018). Regulation of weediness in sweet sorghum crops by agrotechnical and chemical methods. *Quarantine and Plant Protection*, 3, 33–37. [In Ukrainian]
17. Safdar, M. E., Tanveer, A., Khaliq, A., & Riaz, M. A. (2015). Yield losses in maize (*Zea mays*) infested with parthenium weed. *Crop Protection*, 70, 77–82. doi: 10.1016/j.cropro.2015.01.010
18. Pravdyva, L. A., Dubovyi, Yu. P. (2018). Protection of sorghum grain crops in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Quarantine and Plant Protection*, 3, 31–32. [In Ukrainian]
19. Trybel, S. O. (Ed.). (2001). *Metodyka vyprovuvannia i zastosuvannia pestytsydiv* [Methods of testing and application of pesticides]. Kyiv: Svit. [In Ukrainian]
20. Roik, M. V., Pravdyva, L. A., Hanzhenko, O. M., Doronin, V. A., Sinchenko, V. M., Kurylo, V. V., ... Yalanskyi, O. V. (2020). Metodichni rekomendatsii z tekhnolohii vyroshchuvannia sorho zernovoho yak syrovyny dlia kharchovoi promyslovosti ta vyrobnytstva biopalyva [Guidelines for the technology of cultivation of grain sorghum as a raw material for the food industry and biofuel production]. Kyiv: Kompynt. [In Ukrainian]
21. Ermantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statystychnyi analiz ahronomnykh danykh v paketi Statistica 6.0* [Statistical analysis of agronomic research data in package Statistica 6.0]. Kyiv: Polihraf Konsaltnyh. [In Ukrainian]
22. Rivero, R. M., Mittler, R., Blumwald, E., & Zandalinas, S. I. (2022). Developing climate-resilient crops: improving plant tolerance to stress combination. *Plant Journal*, 109(2), 373–389. doi: 10.1111/tpj.15483
23. Takanashi, H. (2023). Genetic control of morphological traits useful for improving sorghum. *Breeding Science Preview*, 73(1), 57–69. doi: 10.1270/jsbbs.22069
24. Kazungu, F. K., Muindi, E. M., & Mulinge, J. M. (2023). Overview of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.), its Economic Importance, Ecological Requirements and Production Constraints in Kenya. *International Journal of Plant & Soil Science*, 35(1), 62–71. doi: 10.9734/IJPSS/2023/v35i12744UDC633.174:631.5:620.9

References

1. Popescu, A., Dinu, T. A., & Stoian, E. (2018). Sorghum – an important cereal in the world, in the European Union and Romania. *Scientific papers. Series Management Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 18(4), 271–284.
2. Somegowda, V. K. Vemula, A., Naravula, J., Prasad, G., Rayaprolu, L., Rathore, A., ... Deshpande, S. P. (2021). Evaluation of fodder yield and fodder quality in sorghum and its interaction with grain yield under different water availability regimes. *Current Plant Biology*, 25, Article 100191. doi: 10.1016/j.cpb.2020.100191
3. 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
4. Sarshad, A., Talei, D., Torabi, M., Rafiei, F., & Nejatkhah, P. (2021). Morphological and biochemical responses of *Sorghum bicolor* (L.) Moench under drought stress. *SN Applied Sciences*, 3(1), Article 81. doi: 10.1007/s42452-020-03977-4
5. Pravdyva, L. A., Doronin, V. A., Dryha, V. V., Khakhula, V. S., Vakhniy, S. P., & Mykolaiko, I. I. (2022). Yield capacity and energy value of sorghum grain depending on the application of mineral fertilisers. *Zemdirbyste-Agriculture*, 109(2), 115–122. doi: 10.13080/z-a.2022.109.015
6. Bollam, S., Romana, K. K., Rayaprolu, L., Vemula, A., Das, R. R., Rathore, A., ... Gupta, R. (2021). Nitrogen use efficiency in Sorghum: exploring native variability for traits under variable N-Regimes. *Frontiers in Plant Science*, 12, Article 643192. doi: 10.3389/fpls.2021.643192
7. Zuza, V. S., & Hutianskyi, R. A. (2018). A new approach to the types of weediness of crops. *Quarantine and Plant Protection*, 3, 4–6. [In Ukrainian]
8. Kurdiukova, O. M., & Tyshchuk, O. P. (2019). Soil contamination with weed seeds and measures to reduce it. *Plant Protection and Quarantine*, 65, 100–110. [In Ukrainian]
9. Gutiansky, R., Popov, S., Kostromitin, V., Kuzmenko, N., & Gluboky, O. (2021). The influence of basic tillage and fertilizer on weediness of sunflower crops. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 1, 60–68. doi: 10.31521/2313-092X/2021-1(109)-8 [In Ukrainian]

UDC 633.174:631.5:620.9

Pravdyva, L. A.^{1*}, Hanzhenko, O. M.¹, & Honcharuk, H. S.² (2023). Productivity of sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] and soryz (*S. oryroidum*) depending on methods of weed control. *Plant Varieties Studying and Protection*, 19(3), 176–184. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.19.3.2023.287641>

¹*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03141, Ukraine, *e-mail: bioplant_@ukr.net*

²*Yaltushkiv Research and Breeding Station, Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAS of Ukraine, 4 Seleksiina St., Chereshneve village, Bar District, Vinnytsia Region, 23074, Ukraine*

Purpose. To establish the effectiveness of methods of controlling the number of weeds on the energy productivity of sorghum and soryz in the conditions of unstable moisture in the western part of the forest-steppe of Ukraine. **Methods.** Field, laboratory, mathematical and statistical methods were used in the experiments. Thus, field research consists of studying the biological and ecological characteristics of growth, productivity and quality of the crop, including observation, recording of conditions and results. The purpose of the laboratory method is to identify the relationship between the plant and the environment (soil) through their analysis. Mathematical and statistical methods are used to process experimental data in order to increase the validity of the results. **Results.** Over the years of research, the species and quantitative composition of weeds in crops of sorghum and soryz was established. The highest efficiency of weed control was observed in the variant with manual weeding – 95.0–97.0%, with chemical treatment – 82.0–83.0%, with mechanical treatment – 78.6–88.5%. On the other hand, in the control variant (no maintenance), weediness increased by 10.3–13.9%. The lowest grain and biomass yields in the varieties ‘Dniprovskiy 39’ (2.35 and 22.23 t/ha)

and ‘Samaran 6’ (2.50 and 22.7 t/ha) were obtained in the weeded variant (control); slightly higher for the mechanical treatment. The use of a chemical control method helped to increase the yield to 3.40 t/ha of grain and 29.07 t/ha of biomass in sorghum and 2.80 t/ha of grain and 27.73 t/ha of biomass in soryz; manual weeding – up to 3.90 t/ha of grain and 32.13 t/ha of biomass in sorghum and 3.50 t/ha of grain and 30.63 t/ha of biomass in soryz. **Conclusions.** The highest estimated yields of bioethanol and solid biofuel per unit area were obtained by manual weeding in the cultivation of sorghum (1.29 and 9.16 t/ha) and soryz (1.16 and 9.09 t/ha). The total energy output was 181.62 and 177.02 GJ/ha respectively. In other versions of the experiment, the noted indicators were lower. Correlation regression analysis of the data showed a strong correlation between grain productivity and bioethanol output, solid biofuel yield and output, grain productivity and energy output from bioethanol, biomass yield and energy output from solid biofuel. The correlation coefficient ranged from 0.87 to 0.99 and the coefficient of determination ranged from 0.78 to 0.99.

Keywords: sorghum; soryz; weeds; herbicide; productivity; bioethanol; solid biofuel.

Надійшла / Received 17.07.2023
Погоджено до друку / Accepted 29.08.2023