

УДК 633.174:631.5:620.9

Урожайність сорго зернового залежно від елементів технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України

Правдива Л.А. 

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

 bioplant_@ukr.net



Правдива Л.А. Урожайність сорго зернового залежно від елементів технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 1. С. 122–130.

Pravdyva L.A. Urozhajnist' sorgo zernovogo zalezno vid elementiv tehnologii' vyroshhuvannja v umovah Pravoberezhnogo Lisostepu Ukraïny. Zbirnyk naukovyh prac' «Agrobiologija», 2021. no. 1, pp. 122–130.

Рукопис отримано: 28.03.2021 р.

Прийнято: 12.04.2021 р.

Затверджено до друку: 25.05.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-163-1-122-130

В Україні вагомою зерновою культурою для виробництва біоетанолу та твердого палива є сорго зернове. За своїми господарсько цінними особливостями, посухостійкістю, високою врожайністю, універсальністю використання воно значно виділяється серед інших зернових культур.

Сорго зернове вирощують для використання в харчовій промисловості (основними продуктами перероблення є сорговий крохмаль, глюкозно-фруктозні сиропи, спирт тощо), в кормовиробництві та останнім часом в енергетичній галузі. Отже, дослідження елементів технології вирощування, а саме строків сівби і глибини загорання насіння сорго зернового, є доцільним та перспективним.

У статті висвітлено результати досліджень впливу строків сівби та глибини загорання насіння на енергетичну продуктивність посівів сорго зернового сортів Дніпровський 39 і Вінець в умовах Правобережного Лісостепу України.

Мета досліджень – дослідити вплив строків сівби та глибини загорання насіння сорго зернового на врожайність культури та вихід біопалива в умовах Правобережного Лісостепу України.

Дослідження проводили впродовж 2016–2020 років в умовах Білоцерківської ДСС Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України.

Встановлено, що найбільшу врожайність культури отримано за сівби насіння сорго зернового у I декаді травня і глибини загорання 4–6 см. За таких умов урожайність зерна у сорту Дніпровський 39 становила 7,1–7,4 т/га, у сорту Вінець – 6,3–6,7 т/га; врожайність біомаси у сорту Дніпровський 39 становила 40,2–44,4 т/га, у сорту Вінець – 37,3–39,5 т/га.

Найбільший вихід біоетанолу отримано за сівби насіння сорго зернового у I декаді травня та за глибини загорання насіння 4–6 см. Вирощування сорту Дніпровський 39 дає змогу отримати 2,37–2,47 т/га біоетанолу, сорту Вінець – 2,08–2,21 т/га. Вихід твердого біопалива на цьому варіанті дослідів був також найбільшим і становив 9,29–10,26 т/га у сорту Дніпровський 39 та 8,62–9,12 т/га у сорту Вінець. Загальний вихід енергії з отриманого біопалива у сорту Дніпровський 39 дорівнював 210,66–228,98 ГДж/га, у сорту Вінець – 192,37–203,95 ГДж/га.

Ключові слова: сорго зернове, сорти, строки сівби, глибина загорання насіння, енергетична продуктивність.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Сільське господарство України має важливе значення у забезпеченні продовольчої й енергетичної безпеки держави завдяки своєму біоенергетичному потенціалу. Однак, маючи значну біомасу сільськогосподарського виробництва, аграрний сектор країни демонструє повільний розвиток підприємств та виробни-

цтва кінцевої продукції – біопалива. Використання біоенергетичного потенціалу сільського господарства вбачається одним із складових елементів стратегії сталого розвитку.

Позитивними сторонами виробництва біопалива є розвиток агропромислового комплексу України, зменшення енергетичної залежності, збільшення експортного потенціалу,

забезпечення сталого розвитку сільських населених пунктів, створення нових робочих місць, покращення екології тощо.

Однак використання сировини першого покоління для виробництва біопалива спричиняє супротив громадських організацій та державних інститутів низки країн, вмотивований можливою конкуренцією між продовольством і паливом та негативним впливом на продовольчу безпеку країн. Пошук найбільш вигідних стратегій забезпечення і продовольчої, і енергетичної безпеки з використанням сільськогосподарської сировини є важливим завданням для будь-якої країни [1].

Одним з перших кроків у вирішенні проблеми виробництва і використання альтернативних палив є перелік усіх їх видів та аналіз перспективності їх використання в умовах України. Найважливішим джерелом для виробництва альтернативних видів енергії є біомаса, яка є біологічно розкладеними компонентами продуктів і відходів сільського господарства (як рослинного, так і тваринного походження), лісового господарства і пов'язаних з ними виробництв, а також біологічно розкладеними компонентами промислових і побутових відходів [2].

Виробництво біопалива можливе лише за належного рівня забезпечення людей продовольчими ресурсами. Посилення мотивації розвитку і підтримання виробників біопалива у світі, й Україні зокрема, зумовлене високими темпами зменшення викопних видів палива, здорожчання його видобування і доставляння, збільшення населення та щораз більша потреба в енергоресурсах із розрахунку на одну людину, що зумовило зростаючі цінові тенденції на ринку нафти, вугілля тощо [3, 4, 5].

Перспективною енергетичною сільськогосподарською культурою для отримання біоетанолу (етиловий спирт як добавка до бензину) та твердого біопалива (виготовлення брикетів та пелетів) є сорго зернове. Отже, актуальним є вивчення елементів технології його вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України.

Посівні площі сорго зернового у світі становлять більш як 41,0 млн га, у тому числі в США приблизно 2 млн га, Мексиці – 1,7, Аргентині – 0,8, Китаї – 0,6, Австралії – 0,5, Росії – 0,08 млн га. Водночас середня урожайність зерна становить: у Франції – 5,51 т/га, США – 4,51, Аргентині – 4,83, Мексиці – 3,92, Китаї і Австралії – 3,17, Росії – 1,1 т/га [6].

Сорго зернове є найбільш високоенергетичною культурою завдяки високому фотосинтетичному потенціалу, низькій потребі у воді, високій стійкості до посухи. Крім того, сорго здатне призупиняти ріст у період несприятли-

вих умов для росту і розвитку, залишаючись в анабіозі до настання сприятливих умов. А також завдяки високій врожайності за низької норми висіву, і відповідно високим виходом біопалива (етанолу і твердого палива) та енергії з нього [7].

Вплив елементів технології вирощування, зокрема строків сівби і глибини загортання насіння, вивчало багато вчених [8, 9, 10, 11], які встановили, що правильний вибір строків сівби сорго залежить від багатьох чинників, а саме: ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування, стану ґрунту, вологості, біологічних особливостей досліджуваних сортів і гібридів, призначення сівби, темпів наростання позитивних температур тощо.

За сівби насіння у ранні строки сходи отримують сильно зрідженими, і вони швидко заростають бур'янами. За даними Генічеської дослідної станції, за сівби сорго в непрогрітий ґрунт (+7–+8 °C на глибині 10 см) сходи з'явилися через 30–35 діб, а польова схожість знизилась до 30 % [12, 13]. Отже, більш рання сівба сорго – недоцільна. За температури ґрунту +14–+16 °C сходи з'являються на 10–12-ту добу, а коли температура підвищується до +25 – +28 °C – на 5–6-ту добу після сівби [14].

За даними Г.М. Шекуна [15], ранні строки сівби мають перевагу, оскільки здебільшого дають змогу здійснювати сівбу насіння у вологіший ґрунт. Такої думки дотримуються і І.А. Драненко, Н.А. Шепель, А.А. Андрющенко та багато інших авторів. Отже, в посушливі весни за швидкого збільшення температури на ґрунтах легкого механічного складу рання сівба має значну перевагу над пізньою [16].

У холодні й вологі весни, а також на тяжких за механічним складом і сильно засмічених ґрунтах більш пізні строки сівби мають незаперечні переваги порівняно з ранніми, які в цьому разі дають зріджені сходи та пригнічуються бур'янами [15, 17, 18, 19].

Отже, питання впливу строків сівби та глибини загортання насіння сорго зернового на енергетичну продуктивність культури в умовах Правобережного Лісостепу України не досліджено й потребує досконалого вивчення.

Метою дослідження було дослідити вплив строків сівби та глибини загортання насіння сорго зернового на врожайність культури та вихід біопалива в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили в 2016–2020 роках в умовах Білоцерківської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, зона Правобережного Лісосте-

пу України. Досліджували сорти (*чинник А*): Дніпровський 39, Вінець; строки сівби (*чинник В*): III декада квітня – температура ґрунту 5–6 °С на глибині 10 см, I декада травня – температура ґрунту 12–14 °С на глибині 10 см, II декада травня – температура ґрунту 16–18 °С на глибині 10 см; глибину загорання насіння (*чинник С*): 2 см, 4, 6, 8 см.

Площа посівної ділянки – 50 м², облікової – 25 м². Дослід закладали за методом систематичних повторювань: у кожному повторенні варіанти досліду розміщували на ділянках послідовно. Повторюваність дослідів – чотириразова.

Вихід біоетанолу, твердого палива та енергії визначали за методикою, розробленою в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (враховуючи, що суха маса зерна – 86 % і вміст крохмалю в середньому – 75 %) [20].

Ґрунти дослідної ділянки – чорноземи типові глибокі малогумусні крупно-пилувато-середньосуглинкового гранулометричного складу. Карбонати магнію та кальцію залягають на глибині 55–65 см. В орному шарі (0–30 см) міститься приблизно 17 % мулуватих частинок і від 46 до 54 % – крупного пилу. Рельєф рівнинний, глибина залягання ґрунтових вод – 8 м. Агрофізичні та агрохімічні властивості орного (0–30 см) шару ґрунту характеризуються такими показниками: гумусу – 3,5 %, загальноного азоту – 0,31 %; гідролітична кислотність – 2,41 мг-екв.; легкогідролізованого азоту (N) – 13,4 мг, P₂O₅ – 27,6 мг, K₂O – 9,8 мг на 100 г ґрунту. Ступінь насиченості основами – 90 %.

Погодні умови у роки проведення досліджень були сприятливими для вирощування сорго зернового у Правобережному Лісостепу України.

Характеристика досліджуваних сортів [11].

Сорт *Дніпровський 39* – оригіномом є Синельниківська СДС ДУ Інститут зернових культур НААНУ. З 2000 року занесено до Реєстру сортів рослин України. Дозріває за 100–105 діб після сходів, ранньостиглий. Напрямо вирощування – зерно. Потенційна урожайність – 6–7 т/га.

Сорт *Вінець* – оригіномом є Генічеська ДС ДУ ІЗК НААНУ. До Реєстру сортів рослин України занесено з 2004 року. Дозріває за 90–95 діб після сходів, ранньостиглий. Напрямо використання – на зерно, зернокармивий. Врожайність зерна – до 4–6 т/га (на незрошуваних землях).

Досліджувані сорти середньо пошкоджуються злаковими попелицями і добре реагують на зрошення та високий агрофон.

Результати дослідження та обговорення. За результатами досліджень строки сівби і гли-

бина загорання насіння сорго зернового мали значний вплив не лише на ріст і розвиток рослин, а й на врожайність сортів Дніпровський 39 та Вінець.

Так, найвищу врожайність зерна отримано за другого строку сівби, коли температура ґрунту на глибині 10 см становила 12–14 °С (I декада травня), як у сорту Дніпровський 39, так і у сорту Вінець (рис. 1, 2). Водночас за глибини загорання насіння 4–6 см вона сягала максимуму і дорівнювала 7,1–7,4 т/га у сорту Дніпровський 39 та 6,3–6,7 т/га у сорту Вінець. За глибини загорання насіння 2 і 8 см урожайність зерна була дещо нижчою та становила 6,3 і 6,2 т/га у сорту Дніпровський 39 та 6,0 і 5,7 т/га у сорту Вінець.

За сівби насіння у III декаді квітня, коли температура ґрунту на глибині 10 см становила 5–6 °С (I строк сівби), та у II декаді травня, коли температура ґрунту на глибині 10 см становила 16–18 °С (III строк сівби), урожайність зерна зменшувалась в обох сортів. Це зумовлено тим, що в першому випадку стримуючим чинником була температура, а в другому – нестача вологи в ґрунті.

Залежно від глибини загорання насіння за I строку сівби урожайність зерна у сорту Дніпровський 39 була в межах від 5,1 до 5,9 т/га, у сорту Вінець – від 4,2 до 5,5 т/га. За III строку сівби урожайність зерна становила у сорту Дніпровський 39 від 5,6 до 6,5 т/га, у сорту Вінець – від 5,0 до 6,0 т/га.

Найбільша урожайність надземної маси сорго зернового спостерігалася за сівби насіння у I декаді травня (II строк сівби) та глибини загорання 4–6 см (рис. 3, 4). Так, в середньому врожайність біомаси за цих показників становила 40,2–44,4 т/га у сорту Дніпровський та 37,3–39,5 т/га у сорту Вінець. За глибини загорання насіння 2 та 8 см показники врожайності біомаси дещо нижчі. У сорту Дніпровський 39 врожайність біомаси дорівнювала 35,7 та 33,9 т/га, у сорту Вінець – 31,6 та 31,0 т/га.

За сівби насіння у II декаді травня (III строк сівби) врожайність біомаси сорго зернового була нижчою. За глибини загорання насіння 2 см дорівнювала 30,2 т/га у сорту Дніпровський 39 та 27,4 т/га у сорту Вінець.

За глибини загорання насіння 4 см становила 34,4 т/га у сорту Дніпровський 39 та 31,2 т/га у сорту Вінець. За глибини загорання насіння 6 см врожайність біомаси найвища і становить 37,2 т/га у сорту Дніпровський 39 та 33,5 т/га у сорту Вінець. За глибини загорання насіння 8 см врожайність біомаси була найменшою і становила 29,1 т/га у сорту Дніпровський 39 та 27,1 т/га у сорту Вінець.

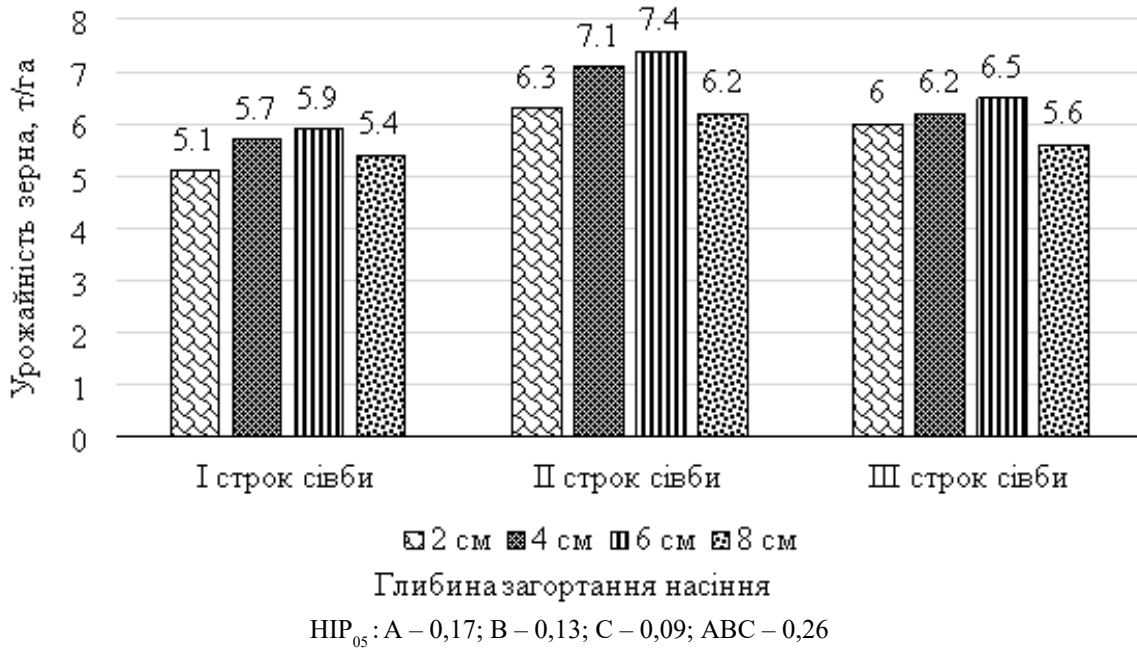


Рис. 1. Урожайність зерна сорту Дніпровський 39 залежно від строків сівби та глибини загортання насіння, т/га, (середнє за 2016–2020 рр.).

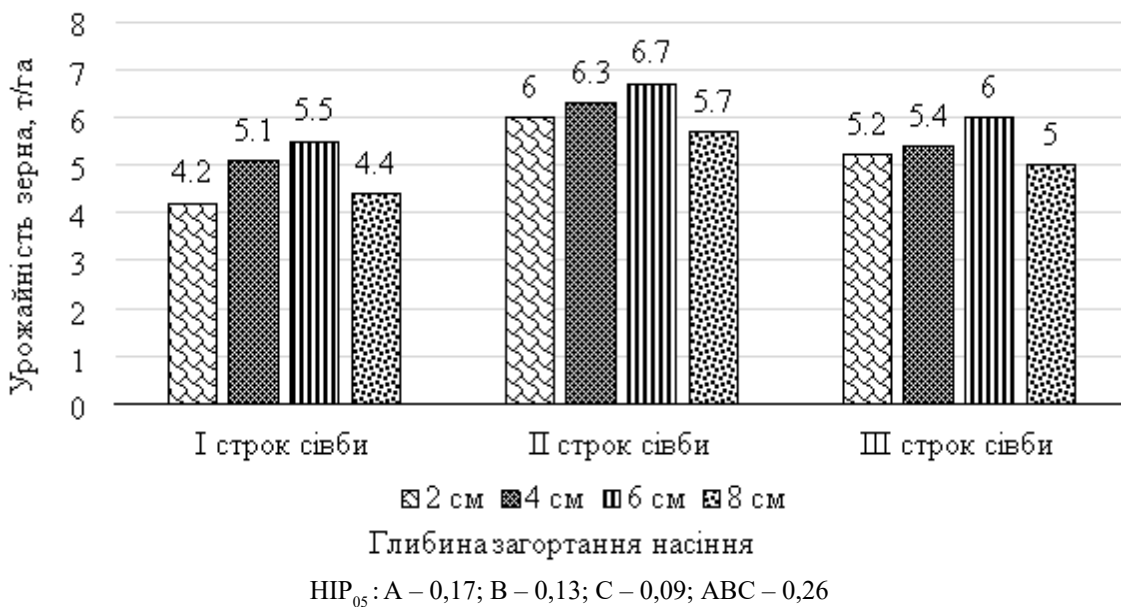


Рис. 2. Урожайність зерна сорту Вінець залежно від строків сівби та глибини загортання насіння, т/га, (середнє за 2016–2020 рр.).

Сівба насіння у III декаді квітня призводить до зниження продуктивності сортів сорго зернового, і в середньому залежно від глибини загортання насіння врожайність біомаси була від 27,4 до 38,1 т/га у сорту Дніпровський 39, у сорту Вінець – від 26,0 до 34,8 т/га.

Щодо виходу біопалива з гектара посіву, то найбільший вихід біоетанолу отримано за сівби насіння сорго зернового за II строку сівби (I декада травня) та глибини загортання насін-

ня 4–6 см (табл. 1). Вирощування сорту Дніпровський 39 дає змогу отримати 2,37–2,46 т/га біоетанолу, сорту Вінець – 2,08–2,21 т/га. Вихід твердого біопалива на цьому варіанті дослідів був також найбільшим і становив 9,29–10,26 т/га у сорту Дніпровський 39 та 8,62–9,12 т/га у сорту Вінець. Загальний вихід енергії відповідно у сорту Дніпровський 39 дорівнював 210,66–228,98 ГДж/га, у сорту Вінець – 192,37–203,95 ГДж/га.

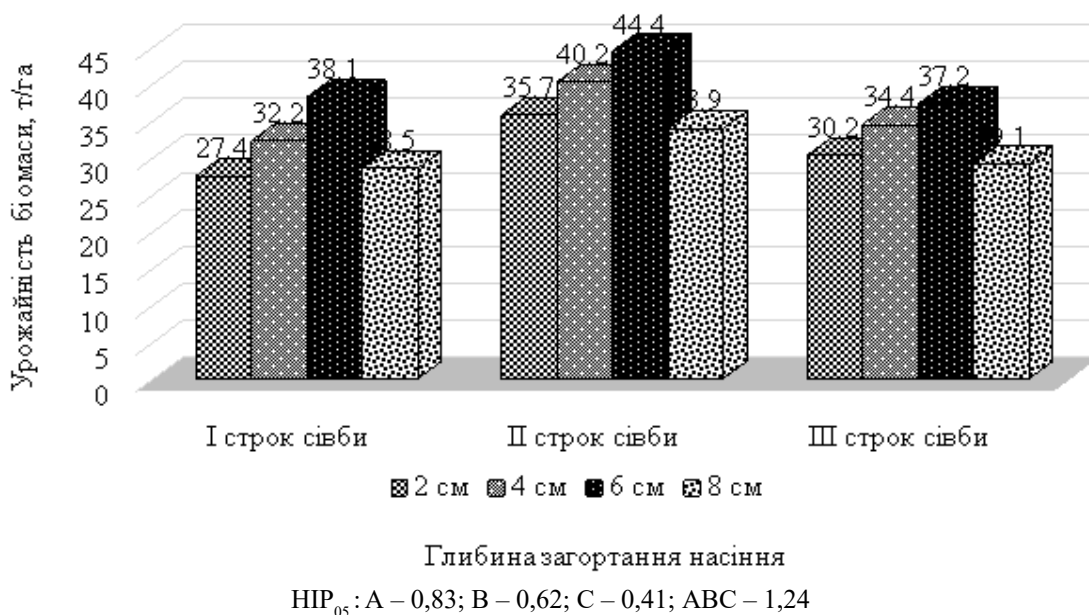


Рис. 3. Урожайність біомаси сорту Дніпровський 39 залежно від строків сівби та глибини загортання насіння, т/га, (середнє за 2016–2020 рр.).

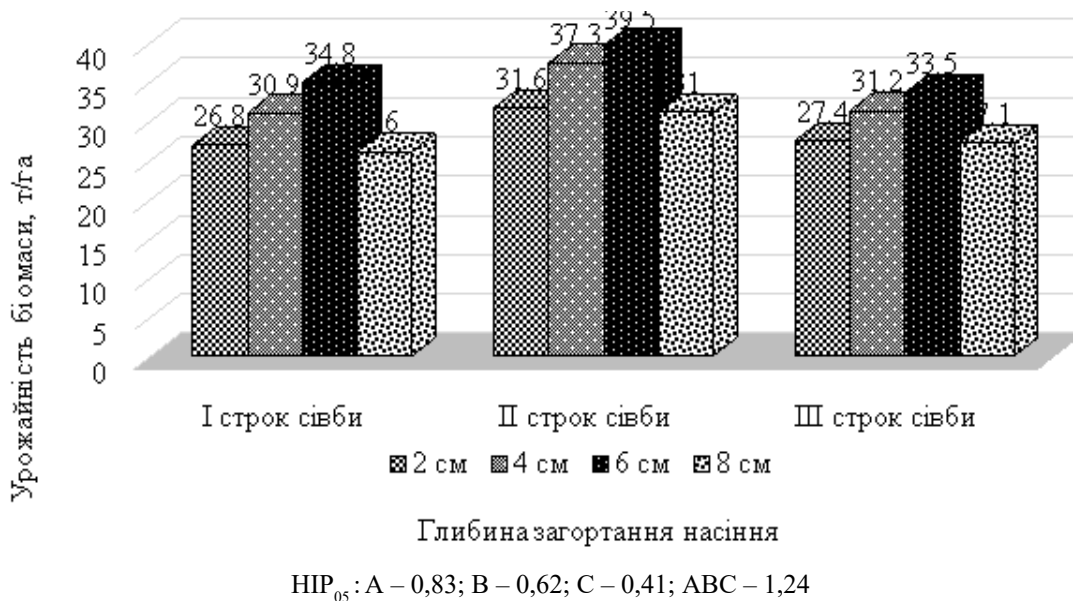


Рис. 4. Урожайність біомаси сорту Вінець залежно від строків сівби та глибини загортання насіння, т/га, (середнє за 2016–2020 рр.).

За глибини загортання насіння 2 та 8 см вихід біоетанолу, твердого палива та енергії з нього був дещо нижчим. За глибини 2 см вихід біоетанолу й енергії з нього у сорту Дніпровський 39 становив 2,10 т/га та 52,61 ГДж/га, у сорту Вінець – 2,0 т/га та 50,11 ГДж/га. Вихід твердого біопалива та енергії з нього у сорту Дніпровський 39 становив 8,25 т/га та 134,42 ГДж/га і у сорту Вінець – 7,29 т/га та 118,98 ГДж/га.

За глибини 8 см вихід біоетанолу й енергії з нього у сорту Дніпровський 39 дорівню-

вав 2,07 т/га та 51,78 ГДж/га, у сорту Вінець – 1,88 т/га та 46,98 ГДж/га. Вихід твердого палива й енергії з нього у сорту Дніпровський 39 становив 7,83 т/га та 127,64 ГДж/га, у сорту Вінець – 7,16 т/га та 116,72 ГДж/га відповідно.

Відхилення від оптимального строку сівби (I декада травня) та глибини загортання насіння (4–6 см) призводить до зменшення виходу біоетанолу, твердого палива й енергії.

Таблиця 1 – Розрахунковий вихід біопалива та енергії з нього залежно від строків сівби та глибини загортання насіння сорго зернового, (середнє за 2016–2020 рр.)

Сорт	Строк сівби	Глибина загортання насіння, см	Вихід:				Загальний вихід енергії, ГДж/га
			біоетанолу, т/га	твердого палива, т/га	енергії з біоетанолу, ГДж/га	енергії з твердого палива, ГДж/га	
Дніпровський 39	I	2	1,68	6,33	42,03	103,17	145,20
		4	1,88	7,44	46,98	121,24	168,22
		6	1,95	8,80	48,63	143,46	192,08
		8	1,78	6,58	44,50	107,31	151,82
	II	2	2,10	8,25	52,61	134,42	187,04
		4	2,37	9,29	59,30	151,37	210,66
		6	2,47	10,26	61,80	167,18	228,98
		8	2,07	7,83	51,78	127,64	179,42
	III	2	1,98	6,97	49,45	113,71	163,16
		4	2,04	7,95	51,10	129,53	180,62
		6	2,14	8,59	53,57	140,07	193,64
		8	1,85	6,72	46,15	109,57	155,72
Вінець	I	2	1,38	6,19	34,61	100,91	135,52
		4	1,68	7,14	42,03	116,35	158,38
		6	1,81	8,04	45,33	131,03	176,36
		8	1,45	6,01	36,26	97,90	134,16
	II	2	2,00	7,30	50,11	118,98	169,09
		4	2,08	8,62	51,92	140,45	192,37
		6	2,21	9,12	55,22	148,73	203,95
		8	1,88	7,16	46,98	116,72	163,70
	III	2	1,71	6,33	42,86	103,17	146,03
		4	1,78	7,20	44,50	117,48	161,98
		6	1,98	7,73	49,45	126,14	175,59
		8	1,65	6,26	41,21	102,04	143,25

Так, за сівби насіння у III декаді квітня (I строк сівби) у сорту Дніпровський 39 вихід біоетанолу становив від 1,68 до 1,95 т/га, твердого біопалива – від 6,32 до 8,80 т/га, вихід енергії з них становить від 42,03 до 48,63 та від 103,17 до 143,46 ГДж/га. У сорту Вінець вихід біоетанолу становив від 1,38 до 1,81 т/га, твердого палива – від 6,19 до 8,03 т/га. Вихід енергії з біоетанолу був у межах від 34,61 до 45,33 ГДж/га та з твердого палива – від 97,9 до 131,03 ГДж/га.

Сівба насіння у II декаді травня (III строк сівби) також призводить до зниження енергетичної продуктивності сорго зернового. За таких умов у сорту Дніпровський 39 вихід біоетанолу та твердого палива був межах від 1,82 до 2,14 та від 6,72 до 8,59 т/га. Загальний вихід енергії дорівнював від 155,72 до 193,64 ГДж/га. У сорту Вінець вихід біоетанолу та твердого палива був межах від 1,65 до 1,98 та від 6,26 до

7,73 т/га. Загальний вихід енергії становив від 143,25 до 175,59 ГДж/га.

Варто зазначити, що увесь світ перебуває в умовах очікування серйозної енергетичної кризи. В основі наукових пріоритетів більшості розвинутих країн є пошук способів використання енергоресурсів відновлювальної енергії, яка накопичується рослинами завдяки фотосинтезу. Особлива увага приділяється сільськогосподарським культурам, які здатні накопичувати сонячну енергію, та біомасі відходів рослинництва, тваринництва, переробної промисловості.

Енергетичними культурами для виробництва етанолу в Європейській кліматичній зоні є рослини з великим вмістом цукру та крохмалю – зернові, картопля, цукрові буряки, кукурудза на зерно.

Під час спалювання таких енергоресурсів відбувається природний обмін речовин, а вуг-

лекислий газ, який утворюється, знову поглинається рослинами. Отже, для збереження природних ресурсів і поліпшення стану екології наукою пропонується замкнутий цикл обміну споживання та відтворення енергії, яка є біопаливом. Біопаливо – це накопичена на основі фотосинтезу сонячна енергія. Його перевагами є екологічна чистота та можливість виробництва енергоресурсів з відновлювальної сировини – біопалива у вигляді біоетанолу, твердого палива, біодизелю та біогазу [21].

Сорго зернове – це культура, що характеризується універсальністю використання та високою продуктивністю в складних ґрунтово-кліматичних умовах вирощування [22]. Переважно його використовували в харчовій промисловості та кормовиробництві. Сьогодні розглядається як енергетична культура. Зі 100 кг зерна сорго можна отримати 65 кг крохмалю або 30–35 кг спирту. Сорговий крохмаль за своєю структурою майже не відрізняється від картопляного і кращий за кукурудзяний [23].

Отже, враховуючи цінність сорго зернового, доцільно вивчити оптимальні строки сівби та глибину загортання насіння з метою підвищення енергетичної продуктивності культури в умовах Правобережного Лісостепу України

Висновки. Встановлено, що строки сівби та глибина загортання насіння впливають на врожайність зерна та надземної маси сорго зернового, й відповідно на енергетичну продуктивність.

Досліджено, що найбільшу врожайність культури отримано за сівби насіння сорго зернового у I декаді травня і за глибини загортання 4–6 см. За таких умов урожайність зерна у сорту Дніпровський 39 становила 7,1–7,4 т/га, у сорту Вінець – 6,3–6,7 т/га; врожайність біомаси у сорту Дніпровський 39 становила 40,2–44,4 т/га, у сорту Вінець – 37,3–39,5 т/га. Найбільший вихід біопалива отримано на цьому самому варіанті досліду. Вирощування сорту Дніпровський 39 дає змогу отримати 2,37–2,46 т/га біоетанолу, сорту Вінець – 2,08–2,21 т/га. Вихід твердого біопалива становив 9,29–10,26 т/га у сорту Дніпровський 39 та 8,62–9,12 т/га у сорту Вінець. Загальний вихід енергії з отриманого біопалива у сорту Дніпровський 39 дорівнював 210,66–228,98 ГДж/га, у сорту Вінець – 192,37–203,95 ГДж/га.

Відхилення від оптимального строку сівби (I декада травня) та глибини загортання насіння (4–6 см) призводить до зниження енергетичної продуктивності посівів сорго зернового. Отже, їх рекомендовано для вирощування цієї культури в Правобережному Лісостепу України.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Пришляк Н.В., Токарчук Д.М., Паламаренко Я.В. Забезпечення енергетичної та екологічної безпеки держави за рахунок біопалива з біоенергетичних культур і відходів. Вінниця: Консоль, 2019. 248 с.
2. Кюрчев В.М., Дідур В.А., Грачова Л.І. Альтернативне паливо для енергетики АПК: посібник / за ред. В.А. Дідура. К.: Аграрна освіта, 2012. 416 с.
3. Калетник Г.М., Токарчук Д.М., Скорук О.П. Організація і економіка використання біоресурсів: підручник: 2-ге видання, перероблене і доповнене. Вінниця: Друк, 2020. 372 с.
4. Калетник Г.М. Розвиток ринку біопалив в Україні: монографія. К.: Аграрна наука, 2008. 464 с.
5. Корчемний М.О., Федорейко В.С., Щербань В.В. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. Тернопіль: Підручники та посібники, 2001. 984 с.
6. Ресурсосберегающая технология производства зернового сорго / Горбунов В.С. и др. М.: Росинформгротех, 2012. 40 с.
7. Горпиниченко С.И., Ковтунов В.В. Перспективы производства биоэтанола из сорго. Зерновое хозяйство России. 2009. № 4. С. 27–33.
8. Origin of domesticated sorghum and its early diffusion to India and China / Kimber C. T. et. al. Sorghum Origin, History, Technology and Production. John Wiley & Sons, New York, NY, USA. 2003. P. 3–98.
9. Millet grains: nutritional quality, processing, and potential health benefits / Saleh A. S. M. et. al. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2013. Vol. 12, Issue 3. P. 281–295.
10. Recent advances in sorghum bio fortification research / Kumar A.A. et. al. Plant Breeding Review. 2015. Vol. 39. URL: <https://doi.org/10.1002/9781119107743.ch3>
11. Соргові культури: технологія, використання, гібриди та сорти / Черенков А.В. та ін. Інститут сільського господарства степової зони НААН України. Дніпропетровськ. 2011. 60 с.
12. Культура стратегічного значення. Сучасні аграрні технології. 2012. № 8–9. С. 14–26.
13. Самойленко А., Шевченко Т. Технологія вирощування сорго. Агроексперт. 2009. № 5. С. 14–16.
14. Шепель Н.А. Сорго – интенсивная культура. Симферополь: Таврия, 1989. 192 с.
15. Шекун Г.М. Культура сорго в СССР и её биологические особенности. Москва: Колос, 1964. 139 с.
16. Верблюды степу – сорго / Драненко І. і ін. Одеса, Маяк, 1966. 70 с.
17. Ионова Л.П. Влияние густоты стояния на накопление сахаров в соке стеблей сахарного сорго в условиях Аридной зоны. Успехи современного естествознания. 2011. № 5. С. 82–84.
18. Исаков Я.И. Сорго. М.: Россельхозиздат, 1982. 134 с.
19. Кадралиев Д.С. Подбор сортов сорго при орошении. Ресурсосберегающие основы орошаемого земледелия. Астрахань, 2003. С. 78–86.
20. Методичні рекомендації з вирощування сорго зернового як сировини для харчової промисловості та виробництва біопалива / Роїк М.В. та ін. К.: Компрінт, 2020. 21 с.
21. Калетник Г.М., Пришляк В.М. Біопалива: ефективність їх виробництва та споживання в АПК України: навч. посібник. К.: Аграрна наука, 2010. 327 с.

22. Кух М.В., Яланський О.В. Перспективи вирощування сорго зернового в умовах південно-західної частини Лісостепу України: збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. 2011. Вип. 19. С. 112–116.

23. Пащенко Ю. Перспективи вирощування сорго. Агроперспектива. 2009. №12. С. 57–60.

REFERENCES

1. Pryshliak, N.V., Tokarchuk, D.M., Palamarenko, Ya.V. (2019). Zabezpechennia enerhetychnoi ta ekolohichnoi bezpeky derzhavy za rakhunok biopalyvaz bioenerhetychnykh kultur i vidkhodiv [Ensuring energy and environmental security of the state through biofuels from bioenergy crops and waste]. Vinnytsia, Konsol, 248 p.

2. Kiurchev, V.M., Didur, V.A., Hrachova, L.I. (2012). Alternatyvne palyvo dlia enerhetyky APK: posibnyk [Alternative fuel for agro-industrial energy: a guide]. Kyiv, Agricultural education, 416 p.

3. Kaletnik, H.M., Tokarchuk, D.M., Skoruk, O.P. (2020). Orhanizatsiia i ekonomika vykorystannia bioresursiv: pidruchnyk: 2-he vydannia, pereroblene i dopovnene [Organization and economics of bioresources]. Vinnytsia, Druk, 372 p.

4. Kaletnyk, H.M. (2008). Rozvytok rynku biopalyv v Ukraini: monohrafiia [Development of the biofuels market in Ukraine]. Kyiv, Agricultural science, 464 p.

5. Korchemnyi, M.O., Fedoreiko, V.S., Shcherban, V.V. (2001). Enerhozberezhennia v ahropromyslovomu kompleksi [Energy saving in the agro-industrial complex]. Ternopil, Textbooks and manuals, 984 p.

6. Horbunov, V.S. Resursoberehaiushchaia tekhnolohiia proyzvodstva zernovoho sorho [Resource-saving technology for the production of grain sorghum]. Moscow, Rosynformahrotekh, 40 p.

7. Horpynychenko, S.Y., Kovtunov, V.V. (2009). Perspektyvy proyzvodstva byojetanola yz sorho [Prospects for the production of bioethanol from sorghum]. Zernovoe khoziaistvo Rossy [Grain farming in Russia], no. 4, pp. 27–33.

8. Kimber, C.T. (2003). Origin of domesticated sorghum and its early diffusion to India and China. Sorghum Origin, History, Technology and Production. John Wiley & Sons, New York, NY, USA. pp. 3–98.

9. Saleh, A.S.M. (2013). Millet grains: nutritional quality, processing, and potential health benefits. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. Vol. 12, Issue 3, pp. 281–295.

10. Kumar, A.A. (2015). Recent advances in sorghum bio fortification research. Plant Breeding Review. Vol. 39. Available at: <https://doi.org/10.1002/9781119107743.ch3>

11. Cherenkov, A.V. (2011). Sorgovi kul'tury: tehnologija, vykorystannja, gibrydy ta sorty [Sorghum crops: technology, use, hybrids and varieties]. Instytut sil'skogo gospodarstva stepovoi' zony NAAN Ukraïny [Institute of Steppe Agriculture of NAAS of Ukraine]. Dnipropetrovsk, 60 p.

12. Kultura stratehichnoho znachennia [Culture of strategic importance]. Suchasni ahrarni tekhnolohii [Modern agricultural technologies], no. 8–9, 2012, pp. 14–26.

13. Samoilenko A., Shevchenko T. (2009). Tekhnolohiia vyroshchuvannia sorho [Technology of sorghum cultivation]. Agroexpert, no. 5, pp. 14–16.

14. Shepel, N.A. (1989). Sorho – yntensyvnaia kultura [Sorghum is an intensive crop]. Symferopol, Tavryia, 192 p.

15. Shekun, H.M. (1964). Kultura sorho v SSSR y ejo byolohycheskye osobennosti [Sorghum culture in the USSR and its biological features]. Moscow, Kolos, 139 p.

16. Dranenko I. (1966). Verbliud stepu – sorho [Steppe camel – sorghum]. Odesa, Lighthouse, 70 p.

17. Yonova, L.P. (2011). Vlyianyie hustoty stoiania na nakoplenie sakharov v soke steblei sakharnoho sorho v uslovyiakh Arydnoi zony [The effect of standing density on the accumulation of sugars in the juice of sugar sorghum stalks under the conditions of the Arid zone]. Uspekhy sovremennoho estestvoznaniia [Advances in modern natural science], no. 5, pp. 82–84.

18. Ysakov, Ya.Y. (1982). Sorho [Sorghum]. Moscow, Rosselkhozizdat, 134 p.

19. Kadralyev, D.S. (2003). Podbor sortov sorho pry oroshenny [Selection of sorghum varieties for irrigation]. Resursoberehaiushchye osnovy oroshaemoho zemledeliia [Resource-saving basics of irrigated agriculture]. Astrakhan, pp. 78–86.

20. Roik, M.V., Pravdyva, L.A., Hanzhenko, O.M. (2020). Metodychni rekomendatsii z vyroshchuvannia sorho zernovoho yak syrovyny dlia kharchovoi promyslovosti ta vyrobnytstva biopalyva [Methodical recommendations for growing grain sorghum as a raw material for the food industry and biofuel production]. Kyiv, Kompyrnt, 21 p.

21. Kaletnik, H.M., Pryshliak, V.M. (2010). Biopalyva: efektyvnist yikh vyrobnytstva ta spozhyvannia v APK Ukrainy [Biofuels: efficiency of their production and consumption in the agro-industrial complex of Ukraine]. Kyiv, Agricultural science, 327 p.

22. Kuh, M.V., Jalans'kyj, O.V. (2011). Perspektyvy vyroshhuvannja sorho zernovogo v umovah pivdenno-zahidnoi' chastyny Lisostepu Ukraïny: zbirnyk naukovykh prac' Podil'skogo derzhavnogo agrarno-tehnichnogo universytetu [Prospects for growing grain sorghum in the south-western part of the Forest-Steppe of Ukraine: collection of scientific works of Podolsk State Agrarian and Technical University]. Issue 19, pp. 112–116.

23. Pashhenko Ju. (2009). Perspektyvy vyroshhuvannja sorho [Prospects for growing sorghum]. Agroperspective, no. 12, pp. 57–60.

Энергетическая продуктивность сорго зернового в зависимости от элементов технологии возделывания в условиях Правобережной Лесостепи Украины Правдыва Л.А.

В Украине весомой зерновой культурой для производства биоэтанола и твердого топлива является сорго зерновое. По своим хозяйственно ценным особенностям, засухоустойчивости, высокой урожайности, универсальности использования оно значительно выделяется среди других зерновых культур.

Сорго зерновое выращивают для использования в пищевой промышленности (основными продуктами переработки являются сорговый крахмал, глюкозно-фруктозные сиропы, спирт и т.п.), в кормопроизводстве и в последнее время в энергетической отрасли. Поэтому исследование элементов технологии выращивания, а именно сроков сева и глубины заделки семян сорго зернового, целесообразно и перспективно.

В статье освещены результаты исследований влияния сроков сева и глубины заделки семян на энергетическую продуктивность посевов сорго зернового сорта Днепроvский 39 и Венец в условиях Правобережной Лесостепи Украины.

Цель исследований – установить оптимальные сроки сева и глубину заделки семян сорго зернового и обосновать их влияние на энергетическую продуктивность культуры в условиях Правобережной Лесостепи Украины.

Исследования проводили в течение 2016–2020 годов в условиях Белоцерковской ДСС Института биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН Украины.

Установлено, что наибольшая урожайность культуры получена при посеве семян сорго зернового в I декаде мая и глубине заделки 4–6 см. При этом урожайность зерна у сорта Днепроvский 39 составляла 7,1–7,4 т/га, у сорта Венец – 6,3–6,7 т/га; урожайность биомассы у сорта Днепроvский 39 составила 40,2 – 44,4 т/га, у сорта Венец – 37,3–39,5 т/га.

Наибольший выход биоэтанола получено при посеве семян сорго зернового в I декаде мая с глубиной заделки 4–6 см. Выращивание сорта Днепроvский 39 позволяет получить 2,37–2,47 т/га биоэтанола, сорта Венец – 2,08–2,21 т/га. Выход твердого биотоплива на этом варианте опыта был также высоким и составил 9,29–10,26 т/га у сорта Днепроvский 39 и 8,62–9,12 т/га у сорта Венец. Общий выход энергии из полученного биотоплива сорта Днепроvский 39 равнялся 210,66–228,98 ГДж/га, сорта Венец – 192,37–203,95 ГДж/га.

Ключевые слова: сорго зерновое, сорта, сроки сева, глубина заделки семян, энергетическая продуктивность.

Energy productivity of grain sorghum depending on the elements of cultivation technology in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

Pravdyva L.

In Ukraine, grain sorghum is an important grain crop used in bioethanol and solid fuel production. It stands out significantly from other grain crops by its economically valuable features, drought resistance, high productivity and universality of use.

Grain sorghum is grown for use in the food industry (the main processed products are sorghum starch, glucose-fructose syrups, alcohol, etc.), in fodder production and, more recently, in the energy industry. Therefore, the research of the elements of the cultivation technology, namely the sowing time and the depth of planting of grain sorghum seeds, is expedient and perspective.

The article highlights the research results of the influence of the sowing time and the depth of planting seeds on the energy productivity of sorghum crops of the grain varieties ‘Dniprovskiy 39’ and ‘Vinets’ in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

The purpose of the research is to establish the optimal sowing time and the depth of planting of grain sorghum seeds and to substantiate their influence on the crop energy productivity in condition of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

The research was conducted during 2016–2020 at the Bilotserkivska Research Station of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Sciences of Ukraine.

It was found that the highest crop yield was obtained by sowing grain sorghum seeds in the 1st decade of May at a planting depth of 4–6 cm. At the same time, the grain yield of the ‘Dniprovskiy 39’ variety was 7.1–7.4 t/ha, of the ‘Vinets’ variety – 6.3–6.7 t/ha; the yield of biomass of the ‘Dniprovskiy 39’ variety was 40.2–44.4 t/ha, of the ‘Vinets’ variety – 37.3–39.5 t/ha.

The highest bioethanol yield was obtained by sowing grain sorghum seeds in the 1st decade of May at a depth of planting of seeds of 4–6 cm. Cultivation of the ‘Dniprovskiy 39’ variety allowed to obtain 2.37–2.47 t/ha of bioethanol, the ‘Vinets’ variety – 2.08–2.21 t/ha. The yield of solid biofuel in this variant of the experiment was also the largest and amounted to 9.29–10.26 t/ha for the ‘Dniprovskiy 39’ variety and 8.62–9.12 t/ha for the ‘Vinets’ variety. The total energy yield from the obtained biofuel of the ‘Dniprovskiy 39’ variety was 210.66–228.98 GJ/ha, of the ‘Vinets’ variety – 192.37–203.95 GJ/ha.

Key words: grain sorghum, varieties, sowing time, seeding depth, energy productivity.



Copyright: Правдива Л.А. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Правдива Л.А.

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