

УДК 633.174.1;633.15:631.82: 631.962

ПРОДУКТИВНІСТЬ СУМІСНИХ ПОСІВІВ СОРГО ЦУКРОВОГО ТА КУКУРУДЗИ ТА ВИХІД БІОГАЗУ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН І ШИРИНИ МІЖРЯДЬ

ГРАБОВСЬКИЙ М.Б. — кандидат с.-г. наук, доцент, завідувач кафедри технологій в рослинництві та захисту рослин Білоцерківського національного аграрного університету

Постановка проблеми. Формування оптимальної густоти стояння рослин сорго цукрового та кукурудзи за різних способів розміщення на одиниці площі є важливим агротехнічним прийомом для підвищення продуктивності культури. Правильне просторове й кількісне розміщення рослин на площі — необхідна умова реалізації сортових (гібридних) особливостей кожної культури. Оптимальна густина стояння рослин, достатня кількість поживних речовин, вологи, світла й тепла сприяють утворенню оптимальної для даного виду й сорту польової культури площі листової поверхні. Для забезпечення запланованої густоти посіву враховують не лише посівну придатність насіння, а й польову схожість у конкретних умовах поля, а також виживання рослин у процесі вегетації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливою умовою отримання високих урожаїв сорго цукрового та кукурудзи в умовах природного зволоження (без зрошення) є правильний підбір норми висіву, що сприяє формуванню якісних агроценозів з домінуванням культурних рослин і низькою участю бур'янів. Тому встановлення оптимальної густоти стояння є однією з важливих умов отримання високих урожаїв сорго цукрового та кукурудзи [1].

Зі способом сівби і густиотою стояння рослин тісно пов'язані такі важливі функції рослин, як: мінеральне живлення, транспірація, фотосинтетична діяльність, водоспоживання тощо. Крім того, ці фактори

різною мірою різносторонньо впливають на мікроклімат в посівах, біологічні процеси в ґрунті, а також на характер розповсюдження хвороб, шкідників, бур'янів і ступінь їх шкодочинності. За допомогою зміни розмірів і форми площі живлення рослин сорго цукрового можна регулювати такі процеси, як: інтенсивність куціння, рівномірність і швидкість дозрівання зерна [2].

В сприятливі за кількістю атмосферних опадів роки урожайність зеленої маси сорго цукрового й кукурудзи в сумісних посівах з соєю, люпином, кормовими бобами також завжди була істотно вищою і складала 66,3–69,4 т/га [3]. Однорічні злакові культури, насамперед, сорго цукрове та сорго суданське по-різному впливають на формування врожаю зеленої й силосної маси за вирощування їх в сумісних посівах. У сухі (95%) за забезпеченістю опадами роки істотно вищі врожаї формують сумісні посіви сорго цукрового з соєю, урожайність зеленої маси яких досягала до 37,8 т/га, що більше від сумісного посіву кукурудзи з соєю на 5,0 т/га [4]. Формування урожаю силосної маси кукурудзи та підвищення її якості при вирощуванні в сумісних посівах з соєю, порівняно з сорго цукровим та сорго суданським, відбувається менш інтенсивно [5].

За врожаєм зеленої маси та збором абсолютно сухої речовини, кормових одиниць та перетравного протеїну сорго цукрове, незалежно від групи його швидкості, істотно перевищує моновидові

й бінарні посіви кукурудзи з соєю та щирцею [6].

В дослідженнях Л. І. Петричука [7] найвищу врожайність зеленої маси сорго цукрового було одержано у варіанті з інокуляцією насіння бактеріальними препаратами на посівах з міжряддям 45 см за норми висіву 150–200 тис/га рослин — 21,2–21,4 т/га з виходом сухої речовини 7,3–7,6 т/га, кормових одиниць — 5,1–5,4 т/га та 0,82–0,95 т/га перетравного протеїну.

За даними С. С. Кравця [8] врожайність зерна кукурудзи, як на гербіцидному, так і на безгербіцидних фонах збільшувалася при звуженні міжрядь. Максимальне зростання (1,25 т/га) врожайності спостерігалось при звуженні міжрядь до 35 см та застосуванні гербіцидів харнес (2,5 л/га) + діален супер (1,25 л/га), порівняно з міжряддями 70 см.

В умовах Ерастівської дослідної станції Інституту сільського господарства степової зони НААН врожайність сумішок сорго суданського (1,75 млн./га, суцільно) з кукурудзою (175 тис./га, ширококорядно — 45 см) на неполивних землях за 2 укоси становила 58,0 т/га, що за продуктивністю перевищує одновидові посіви кукурудзи в 1,6 рази [9].

Для покращення якості корму Л. В. Коломієць та ін. [10] рекомендують на чорноземних звичайних вирощувати кукурудзу і сорго на корм у сумісних посівах та з ущільненням їх міжрядь соєю при ши-

Таблиця 1. Структура врожаю змішаних посівів сорго цукрового й кукурудзи залежно від площі живлення рослин (фаза молочно-воскової стиглості зерна), (середнє за 2013–2016 рр.)

Ширина міжрядь, см	Густина стояння, тис. шт./га	Вміст від загальної маси							
		листіків		стебел		качанів		волотей (сорго)	
		г	%	г	%	г	%	г	%
45	100/50	55,6/126,3	11,9/18,0	338,0/239,2	72,5/34,1	292,1	41,7	72,3	15,5
	120/60	53,4/122,4	12,1/18,3	319,2/233,4	72,3/34,9	272,2	40,7	68,9	15,6
	140/70	52,1/119,7	12,2/18,6	307,6/228,3	72,0/35,4	257,3	39,9	67,8	15,9
70	100/50	64,5/148,3	12,1/18,1	386,6/263,6	71,7/32,1	356,8	43,5	86,6	16,2
	120/60	63,2/145,5	12,3/18,4	383,1/257,4	71,5/32,6	336,0	42,6	84,0	16,3
	140/70	59,7/141,0	12,3/18,5	345,2/253,7	70,8/33,2	322,1	42,2	82,4	16,9

*Чисельник — показники сорго цукрового, знаменник — показники кукурудзи

рокорядному способі сівби з міжряддям 70 см.

Але в літературних джерелах недостатньо інформації, щодо продуктивності сумісних посівів сорго цукрового і кукурудзи та виходу біогазу залежно від густоти стояння рослин і ширини міжрядь.

Метою досліджень було визначити вплив густоти стояння рослин і ширини міжрядь на продуктивність сорго цукрового і кукурудзи та вихід біогазу в сумісних посівах.

Матеріал та методика досліджень.

Полеві досліді проводили в умовах дослідного поля Білоцерківського національного аграрного університету, яке розміщене в Центральному Лісостепу України.

ґрунт дослідної ділянки — чорнозем типовий вилугуваний, середньоглибокий, малогумусний, грубопилувато-легкосуглинковий на карбонатному лесі.

Дослідження проводили в 2013–2016 рр. за наступною схемою: Фактор А. Ширина міжрядь. 1. 45 см; 2. 70 см. Фактор В. Густота стояння (сорго цукрове і кукурудза) 1. 100 і 50 тис. шт./га%; 2. 120 і 60 тис. шт./га; 3. 140 і 70 тис. шт./га. В досліді висівали гібрид кукурудзи Моніка 350 МВ в сумісних посівах із гібридом сорго цукрового Довіста. Співвідношення рядків 2:2. Сівбу проводили за температури ґрунту на глибині загорання насіння 12–14 °С, формування густоти відбувалося у фазі 3–5 листків у культурі.

Попередник у досліді — соя. Повторність у досліді — 4-разова. Площа ділянки — 39,2 м², облікової — 19,6 м², розміщення ділянок послідовне, методом систематичної рендомізації. Агротехніка в досліді відповідала загальноприйнятій для центрального Лісостепу України, крім досліджуваних факторів. Методичною основою експериментальних досліджень були "Методика проведення дослідів з кормовиробництва" [11], "Основи наукових досліджень в агрономії" [12]. Вміст сухої речовини визначали шляхом висушування зразків у сушильній шафі за температури 105 °С до постійної маси. Вихід біогазу розраховували згідно методичних рекомендацій Інституту біоенергетичних культур та цукрових буряків НААН України [13]. Збирання врожаю проводили подільно у фазі воскової стиглості зерна кукурудзи та сорго цукрового.

Результати досліджень та їх обговорення. Густота стояння рослин та ширина міжрядь по-різному впливали на частку окремих органів рослин в індивідуальній продуктивності сорго цукрового й кукурудзи. Так, частка листя в фазу молочно-воскової стиглості зерна в обох культур була практично однаковою й складала за варіантами досліді 11,9–12,3 і 18,0–18,6% (табл. 1).

Питома вага стебла у кукурудзи складала 228,3–263,6 г, а у сорго цукрового — 307,6–386,6 г, або у відсотковому співвідношенні це становило 70,8–72,5 і 32,1–35,4%. При звуженні міжрядь з 70 до 45 см і збільшенні густоти стояння рослин

Таблиця 2. Вплив густоти рослин і ширини міжрядь на врожайність зеленої маси суміші кукурудзи та сорго цукрового, т/га

Ширина міжрядь, см (А)	Густота стояння, тис. шт./га (В)	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2016 р.	Середнє
45	100/50	83,6	85,4	60,5	91,4	80,2
	120/60	87,1	90,6	60,1	95,4	83,3
	140/70	89,5	95,5	58,2	98,2	85,4
70	100/50	81,2	82,8	59,1	88,2	77,8
	120/60	84,5	88,6	58,3	92,1	80,9
	140/70	87,6	92,8	57,3	95,8	83,4
НІР0,5	А	2,5	2,6	2,0	2,3	
	В	1,9	1,7	1,5	1,6	
	АВ	4,4	4,3	4,1	4,2	

сорго цукрового й кукурудзи з 100 і 50 тис. шт./га до 140 і 70 тис. шт./га відмічається зменшення маси стебел у обох культур на 1,5–4,6%. Частка качанів у структурі врожаю кукурудзи в сумісних посівах в середньому за роки досліджень становить 39,9–43,5%. Зменшення міжрядь з 70 до 45 см та збільшення густоти стояння рослин з 100/50 до 140/70 тис. шт./га сприяє зменшенню частки качанів на 2,6–5,9%. У сорго цукрового зменшення маси волоті на цих варіантах становило 0,4–1,1%.

В сумісних посівах урожайність залежить від оптимального співвідношення компонентів і їх густоти на одиниці площі. У виборі оптимальної площі живлення рослин визначальними є біологічні особливості гібриду або сорту. Продуктивність гібридів кукурудзи та сорго цукрового в сумісних посівах змінюється зі збільшенням густоти стояння та звуженні міжрядь.

За результатами досліджень одержані результати, які показують, що врожайність зеленої маси гібридів кукурудзи та сорго цукрового в сумісних посівах має високу кореляційну залежність із густотою стояння рослин ($r=0,95$) і шириною міжрядь ($r=0,89$). Максимальні значення цього показника, в середньому за роки досліджень, відмічені на варіанті з шириною

міжрядь 45 см і густотою стояння 70 тис. шт./га у кукурудзи й 140 тис. шт./га у сорго цукрового — 85,4 т/га (табл. 2).

За ширини міжрядь 70 см урожайність зеленої маси зменшується на 2,3–3,2% порівняно з варіантом 45 см. Збільшення густоти стояння рослин з 50 до 70 тис. шт./га у кукурудзи й з 100 до 140 тис. шт./га у сорго цукрового сприяє підвищенню врожайності зеленої маси на 6,4–7,1%.

В роки досліджень максимальну врожайність зеленої маси отримано в найбільш сприятливому 2016 р. — 88,2–98,2 т/га, мінімальну — в стресовому 2015 р. — 52,4–60,7 т/га. При цьому в несприятливий рік на варіантах з найвищою густотою стояння рослин (140/70 тис. шт./га) відмічено найбільше зменшення врожайності зеленої маси на 37,6–40,7% порівняно з більш сприятливими за кліматичними умовами роками.

Збір сухої речовини з 1 га залежав від її вмісту у біомасі сорго цукрового й кукурудзи та урожайності зеленої маси цих культур. Найвища урожайність сухої речовини отримана за вирощування сорго цукрового й кукурудзи з шириною міжрядь 45 см — 20,1–22,2 т/га, але при цьому достовірної різниці з міжряддям 70 см в роки досліджень не відмічено (табл. 3).

Таблиця 3. Урожайність сухої речовини в сумісних посівах сорго цукрового й кукурудзи, т/га

Ширина міжрядь, см (А)	Густота стояння, тис. шт./га (В)	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2016 р.	Середнє
45	100/50	20,6	22,2	13,4	24,0	20,1
	120/60	21,8	23,6	14,5	25,2	21,3
	140/70	22,6	25,2	15,1	25,8	22,2
70	100/50	21,1	21,5	13,5	23,8	20,0
	120/60	22,1	23,5	14,2	24,4	21,0
	140/70	22,7	24,6	14,8	25,7	21,9
НІР0,5	А	0,6	0,5	0,3	0,7	
	В	0,4	0,3	0,3	0,6	
	АВ	0,9	0,8	0,6	1,1	

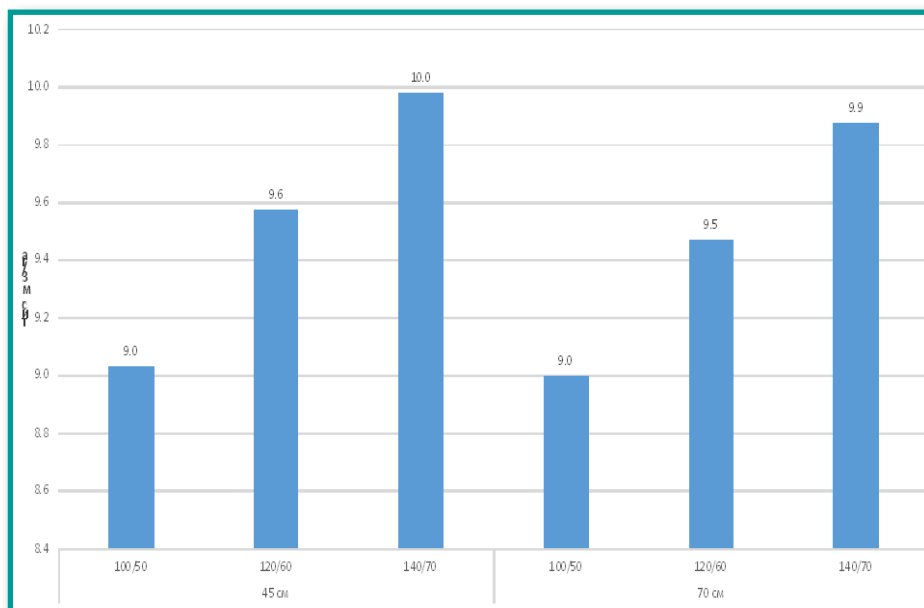


Рис. 1. Розрахунковий вихід біогазу залежно від норми висіву насіння та ширини міжрядь у сумісних посівах кукурудзи й сорго цукрового, тис. м³/га, (середнє за 2013–2016 рр.).

При загущенні посівів з 50 до 70 тис. шт./га у кукурудзи та зі 100 до 140 тис. шт./га у сорго цукрового отримано приріст урожайності сухої речовини 2,1 і 1,9 т/га, відповідно, за ширини міжрядь 45 і 70 см.

За даними Г. Ш. Хасаншина [14] збори

сухої речовини в змішаних посівах сорго цукрового і кукурудзи в порівнянні з одно-видовими посівами кукурудзи збільшилися в 2–2,5 рази. Максимальну продуктивність забезпечували змішані посіви сорго цукрового з кукурудзою при нормі висіву

відповідно 300 тис. і 120 тис. шт./га. При цьому збір сухої речовини з гектара за роки досліджень був на рівні 6,4 т.

Розрахунковий вихід біогазу в середньому за роки досліджень на варіантах з шириною міжрядь становив 9,0–10,0 тис. м³/га, а за ширини міжрядь 70 см — 9,0–9,9 тис. м³/га (рис.1).

Тобто суттєвої різниці між цими варіантами не спостерігалось. Збільшення густоти стояння рослин сорго цукрового й кукурудзи з 100/50 до 120/60 і 140/70 тис. шт./га дозволяє отримати на 3,7–7,4% більше біогазу.

Висновки. На формування врожайності зеленої та сухої маси сорго цукрового та кукурудзи в сумісних посівах впливає індивідуальна продуктивність рослин, елементи технології вирощування (густота стояння й норма висіву) та кліматичні умови. Розрахунковий вихід біогазу з 1 га залежить від урожайності зеленої та сухої маси та розрахункового виходу біогазу отримано за сумісного вирощування сорго цукрового й кукурудзи з шириною міжрядь 45 см і густотою стояння рослин 140 і 70 тис. шт./га — 85,4, 22,2 і 10,0 тис. м³/га. Але порівняно з варіантом 70 см не відмічено суттєвої достовірної різниці вказаних показників.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Косолапов В. М. Перспективи розвитку кормопроизводства России / В. М. Косолапов // Кормопроизводство, 2008. — № 8. — С. 2–10.
2. Агробіологічне обґрунтування елементів технології вирощування гібридів сорго зернового в Південному Степу України. Автореферат ... канд. с.-г. наук, спец.: 06.01.09 / Бойко М. О., Херсон, 2017. — 20 с.
3. Тохтаров В. П. Сорго в чистых и смешанных посевах / В. П. Тохтаров // Кукуруза и сорго, 1995. — № 6. — С. 15–16.
4. Подбор сортов и гибридов сахарного сорго для смешанных посевов с кукурузой на мицелярно-карбонатных черноземах Северного Кавказа. Автореф. дис. канд. с.-х. наук / Метлин В. В., Ленинград, 1988. — 20 с.
5. Коломієць Л. В. Технологія вирощування сорго в чистих, змішаних та ущільнених посівах / Л. В. Коломієць, В. Т. Маткевич // Вісник Степу. — Кіровоград, 2005. — С. 17–15.
6. Красненков С. В. Совместные посеы сахарного сорго с амарантом / С. В. Красненков, С. М. Крамарев // Кукуруза и сорго, 1999. — № 1. — С. 14–17.
7. Агробіологічні основи формування високопродуктивних агроценозів сорго цукрового в умовах Південного Степу. Автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.09 / Петричук Л. І., Херсон, 2015. — 20 с.
8. Формування продуктивності кукурудзи залежно від ширини міжрядь і гербіцидів в північному степу України. Дисертація канд. с.-г. наук, спец.: 06.01.09 / Кравець С. С., Дніпропетровськ, 2013. — 134 с.
9. Красненков С. В. Сравнительная продуктивность сорго и кукурузы в условиях недостаточного увлажнения северной степи Украины / С. В. Красненков // Кукуруза и сорго, 1999. — № 2. — С. 13–16.
10. Коломієць Л. В. Ефективність технологічних прийомів вирощування кормових культур на силос у чистих і змішаних посівах в умовах Кіровоградщини / Л. В. Коломієць В. С. Смаліус, В. Т. Маткевич // 36. наук. праць УДАУ. — Умань, 2005. — Вип. 59. — С. 18–25.
11. Методика проведення дослідів з кормовиробництва / під ред. А. О. Бабича. Вінниця, 1994. 87 с.
12. Основи наукових досліджень в агрономії / під ред. В. О. Єщенко. К.: Дія, 2005. 288 с.
13. Методичні рекомендації з технології вирощування та перероблення цукрового сорго як сировини для виробництва біопалива / О. М. Ганженко, В. Л. Курило, Л. А. Герасименко, П. Ю. Зиков, О. Б. Хіврич, Г. С. Гончарук, В. М. Смірних, Ю. П. Дубовий, О. Г. Іванова. — К.:

Компринт, 2017. — 22 с.

14. Совершенствование технологии возделывания сахарного сорго в смеси с кукурузой в условиях Закамья Татарстана. Диссертация... кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.09 / Хасаншин Г. Ш., Казань, 2005. — 131 с.

АНОТАЦІЯ

УДК 633.174.1:633.15:631.82: 631.962

Продуктивність сумісних посівів сорго цукрового та кукурудзи та вихід біогазу залежно від густоти стояння рослин і ширини міжрядь

Грбовський М. Б. — кандидат с.-г. наук, доцент, завідувач кафедри технологій в рослинництві та захисту рослин Білоцерківського національного аграрного університету. Поштова адреса: пров. Студентський 1, кв. 34, м. Біла Церква, 09111. Електронна пошта: nikgr1977@gmail.com

Мета. Вивчення впливу густоти стояння рослин і ширини міжрядь на продуктивність сорго цукрового і кукурудзи та вихід біогазу в сумісних посівах. **Результати.** За результатами досліджень встановлено високу кореляційну залежність між врожайністю зеленої маси сорго цукрового та кукурудзи з густотою стояння рослин ($r=0,95$) і шириною міжрядь ($r=0,89$). **Висновки.** Максимальні показники урожайності зеленої та сухої маси й розрахункового виходу біогазу, отримано за сумісного вирощування сорго цукрового й кукурудзи з шириною міжрядь 45 см і густотою стояння рослин 140 і 70 тис. шт./га — 85,4, 22,2 і 10,0 тис. м³/га.

Ключові слова: сорго цукрове, кукурудза, сумісні посіви, густота стояння, ширина міжрядь, урожайність, вихід біогазу.

ABSTRACT

Productivity of mixed crops of sweet sorghum and corn and biogas yield as affected by plant density and inter-row spacing

Hrabovskyi M.

Purpose. The article presents the research results on the effect of plant density and inter-row spacing on productivity and biogas output of sweet sorghum and corn as mixed crops. **Results.** According to the research results, a high correlation was found between the yield of the green mass of sweet sorghum and corn and plant density ($r = 0.95$) and inter-row spacing ($r = 0.89$). **Conclusions.** The maximum yield indexes of green and dry mass and estimated biogas output were obtained in mixed crops of sweet sorghum and corn with an inter-row spacing of 45 cm and plant density of 140 and 70 pts/ha: 85.4, 22.2 and 10.0 thousand m³/ha.

Key words: sweet sorghum, corn, mixed crops, stand density, inter-row spacing, yield, biogas output.