

ФОРМУВАННЯ АГРОБІОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОСЛИН СОРГО ЗВИЧАЙНОГО (ДВОКОЛЬОРОВОГО) (*SORGHUM BICOLOR L.*) ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ АГРОЦЕНОЗУ КУЛЬТУРИ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

СТОРОЖИК Л.І. – доктор сільськогосподарських наук, професорка,

orcid.org/0000-0003-1587-1477

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук України

ХАРУСЬ С.А. – аспірант

orcid.org/0009-0003-6932-0096

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Сучасні кліматичні трансформації змушують товаровиробників переглядати основні аспекти формування спектру культур агроценозів, які на часі змін клімату забезпечують отримання стабільних і економічно вигідних урожаїв. На сьогоднішній день глобальне потепління клімату є однією з найбільш серйозних проблем сільського господарства. Зменшення кількості опадів, що супроводжуються тривалими посухами сприяють різкому зниженню урожайності культур [1]. Вирішити цю проблему можливо за рахунок розширення площ стійких до абіотичних чинників культур. Однією з таких культур є Сорго звичайне (двокольорове) (*Sorghum bicolor L.*). Завдяки екологічним особливостям та пластичності ця культура адаптується до екстремальних посушливих умов, маловимоглива до ґрунтів, економно витрачає ґрунтову вологу. Доцільність його вирощування зумовлена високою продуктивністю, універсальністю та широким застосуванням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сорго – одна з найпоширеніших і важливих зернових культур у світі, яка відіграє значну роль у харчовій, технічній та економічній сферах. Відмінно адаптується до різних кліматичних умов і є незамінним джерелом харчування для багатьох країн [2,3].

На проходження фаз органогенезу рослинами сорго звичайного впливають, як морфобіологічний потенціал сучасних гібридів та сортів, так і комплекс ґрунтово-кліматичних факторів зони, де його вирощують. Високопродуктивні агрофітоценози сорго звичайного, які забезпечать повну реалізацію потенціалу культури потребують оптимальних параметрів біологічної густоти рослин. Даний елемент технології вирощування сорго залежить від польової схожості насіння, виживаності рослин та формування ними густоти, тривалості фаз розвитку та фітосанітарного стану посівів [4].

Щільність рослин сорго на одиницю площі є одним з найважливіших умов отримання високих і стабільних урожаїв. Широкий діапазон площ та їх конфігурація може забезпечити високі врожаї зерна сорго [5].

Зміною густоти рослин можливо регулювати інтенсивність куціння та рівномірність дозрівання. При розміщенні на одиниці площі невеликої кількості рослин

сорго інтенсивно куциться, формує крупні волоті і за рахунок цього формує високий урожай [6].

Залежно від густоти рослин змінюються умови їх вирощування і освітлення, тепловий і поживний режим ґрунту, що впливає на зміну морфологічних ознак і біологічних особливостей рослин, а також генотипної конкуренції між рослинами. І в кінцевому рахунку впливає на інтенсивність асиміляційного процесу, темпах росту і розвитку та продуктивності [7]. Попередніми дослідженнями встановлено, що оптимальну густоту агроценозу визначають залежно від конкретних ґрунтово-кліматичних умов, морфо-біологічних особливостей сортів і гібридів сорго та напрямку вико ристання його продукції [1]. Відомо, що пластичне сорго володіє високим ступенем саморегуляції, а ширина міжрядь у більшій мірі залежить від вологозабезпеченості і наявності посівної техніки, ніж від біологічних особливостей рослин [8]. А от ширина міжрядь визначає форму живлення рослин, її розміри залежать від густоти рослин на одиниці площі, і тому оптимальна густота рослин буде залежати від конкретного сорту чи гібриду сорго звичайного [1, 3,4]. За результатами досліджень іноземних вчених [9] встановлено, що максимальні врожаї сорго можуть бути отримані за густоти 66,5 тис. шт/га з шириною міжряддя 75 см та за формування 5 рослин на 1 погонний метр рядка. За дослідженнями Al-Taweel S. K., et Al. (2020) при вирощуванні сорго [10] оптимальною вважається густота рослин 300 тис. шт/га за ширини міжрядь в межах 30–40 см. Аналіз літературних джерел показав, що в умовах півдня України доцільним є пунктирний спосіб сівби з міжряддями 70 см, за якого у будь-яких погодних умовах гарантує стабільні врожаї. За вирощування сорго на зерно оптимальна густота рослин для середньостиглих сортів повинна бути в межах 100-120 тис./га, для ранньостиглих – 140-180 тис./га [1, 3, 7]. Більшість дослідників [11, 12], які проводили дослідження норм висіву насіння та формування густоти агроценозу сорго схиляються до думки, що вона залежить від сортових особливостей. Збільшення урожайності сорго звичайного двокольорового пов'язано із зростанням густоти, продуктивного стеблостою, оскільки маса зерна з однієї волоті варіює



в невеликих межах. Збільшення коефіцієнта куцистості небажано із-за нерівномірного дозрівання, оскільки основним регулятором густоти продуктивного стеблостою є кількість рослин на площі [13, 14].

Підбір кращого сорту або гібриду з дотриманням сортової технології вирощування дає можливість отримати максимальну віддачу від сорго. Так, вивчення різних сортів і гібридів сорго звичайного двокольорового показує їх різний рівень ефективності та можливості отримання високого виходу сировини для переробки на харчові та біоенергетичні цілі. Тому дослідження формування агробіологічних параметрів за різної густоти рослин гібридів сорго є актуальними.

Метою роботи є дослідження формування агробіологічних параметрів рослин сорго звичайного двокольорового (*Sorghum bicolor* L.) з урахуванням морфо-біотипу генотипів та впливу кліматичних умов, шляхом визначення їх реакції на застосування густоти стеблостою агрофітоценозу та застосуванні впливу сучасного стимулятора росту в агроекологічних умовах правобережного Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися на дослідному полі Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (с. Ксаверівка друга, Білоцерківського району Київської обл.), що знаходиться в межах регіону нестійкого зволоження Правобережної частини Лісостепу протягом 2024–2025 рр. Ґрунти дослідного поля чорноземи, що за своїм механічним складом відносяться до крупнопилувато-середньосуглинкових з вмістом гумусу – 3,21 % (за методом Тюріна), азоту лужногідролізованого – 156 мг/кг ґрунту (за методом Корнфільда), рухомих сполук фосфору та калію – 77 і 89 мг/кг ґрунту (за методом Чирікова), рН сольове – 6,4. Ґрунтові води залягали на глибині 2,6–4,3 м. При цьому

за агрохімічними показниками ґрунти дослідного поля слабокислі з наближенням їх до нейтральних показників (рН змінюється від 6,48 до 7,22).

Погодні умови органогенезу гібридів і сортів сорго звичайного характеризуються як сприятливі – висока сума активних температур, перевищення середньорічних температур повітря на 1,5–3,3 °С вище норми та часткова компенсація нестачі вологи опадів за рахунок близько розташованих ґрунтових вод. У дослідженнях були задіяні низькорослі, слабо куцисті форми, гібриди та сорти сорго звичайного двокольорового, іноземної та вітчизняної селекції, які внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні (Рис. 1). До іноземних належать гібриди Бянка /Bianca (USA) та Сентініел ІГ /Sentinel IG (AU), а до вітчизняних – сорти Ярона /Yarona та Смотрич /Smotrych, (UA).

Іноземні гібриди мають високий вміст крохмалю – до 76%, і широко використовуються у харчовій (спиртовій) промисловості. Для виробництва комбікормів використовується гібрид Сентініел ІГ (Sentinel IG). Натомість гібрид Бянка (Bianca) має чудові смакові якості і чистий білий колір, дозволяє використовувати його на харчові цілі. Сорти Ярона та Смотрич (UA) зерновий висококрохмальний різновид, яких об'єднує декілька спільних рис: високотехнологічність, урожайність, високоадаптивність та універсальність. Всі вони низькорослі, заввишки 97–110 см, а отже, вологи для їхнього повноцінного розвитку потрібно набагато менше. Вони є високопластичними та стійкими до вилягання. Однак для максимального розкриття потенціалу будь-якого генотипу сорго слід цілеспрямовано впроваджувати у сівозміну з використанням рекомендованих елементів технологій у відповідній агрокліматичній зоні. Тому застосовували біостимулятор Аппетайзер, виробник: UPL, Індія. Діюча речовина: марганець 1% + цинк 1% +



Гібрид Bianca



Гібрид Sentinel IG



Сорт Ярона/ Yarona

Сорт Смотрич/
Smotrych

Рис. 1. Досліджувані гібриди, (Дослідне поле ІБКіЦБ, 2025 рік).

активний фільтрат GA 142. Препаративна форма: розчинний концентрат (BP). Площа посівної ділянки – 50 м², облікової – 25 м². Строк сівби друга декада травня, міжряддя 70 см; попередник озима пшениця. Досліджували густоту агрофітоценозу 160, 180 та 200 тис. шт. рослин /га. Дослідження проводили за методиками [15, 16]. Отримані дані обробляли за допомогою прикладних програм математичної статистики Excel 2007 та Statistica 6 [17].

Результати досліджень. В агрофітоценозах у взаємовідносинах рослин має значення їх просторове розміщення, яке у наших дослідженнях регулювалось змінними нормами висіву насіння 210, 250 та 280 кг/га фізичної ваги (з розрахунку на польову схожість насіння 75%) та застосованими елементами технології сівби культури. Спираючись на застосовані елементи технології вирощування культури отримуємо заплановану кінцеву густоту стояння стеблестою сорго 160, 180 та 200 тис. шт./га, яка необхідна для формування оптимального урожаю з врахуванням 20% випадіння рослин впродовж органогенезу. Низький врожай виникає внаслідок зрідження посівів або в результаті їх загущення, так як рослини мають підвищену конкуренцію між собою. Досліджувані нами гібриди і сорти сорго звичайного належать до різних груп стиглості: гібрид Sentinel IG та сорт Смотрич – середньостиглі, гібрид Bianca – середньоранній, сорт Ярона – середньопізній. Тривалість вегетаційного періоду гібридів та сортів сорго зернового, якщо не брати до уваги групу стиглості, залежала від густоти агроценозу. При зростанні густоти стеблестою від 160 до 200 тис. шт./га відзначається незначне (на 1-2 доби) подовження вегетаційного періоду, що пояснюється підвищеною конкуренцією між рослинами за світло, воду та поживні речовини, а також уповільненим розвитком бічних пагонів. Зі збільшенням густоти стояння рослин відбувається прискорене кущення сорго, а ріст головного стебла сповільнюється, що призводить до дещо пізнішого початку викидання волоті та завершення генеративної фази. Таким чином, густота агроценозу є суттєвим агротехнічним чинником, що модулює тривалість вегетаційного періоду культури сорго. За результатами наших досліджень, у гібриду Ярона тривалість вегетаційного періоду в середньому у контрольному варіанті становила 125 діб, Смотрич – 110 діб, Bianca – 116 діб, Sentinel IG – 117 діб. При застосуванні у фазу кущення (4-5 листка) регулятора росту «Аппетайзер» (0,5 л/га) за густоти 160 тис. шт./га тривалість вегетаційного періоду в порівнянні з контролем у всіх гібридів не змінювалась, так як рослини мають достатню площу живлення та невисоку конкуренцію за світло і вологу. За густоти 180 тис. шт./га дія «Аппетайзер» пом'якшувала стрес, пов'язаний з підвищеною конкуренцією рослин за фактори оптимального проходження органогенезу, що зменшує негативний вплив густоти на тривалість вегетації. Внесення регулятора росту сприяло прискоренню формування листової поверхні, стимуляцію усіх процесів, що пов'язані з потенціалом продуктивності: закладання волоті, цвітіння та виповнення зерен. У цих умовах відзначалося незначне скорочення тривалості вегетаційного періоду на 1–2 доби порівняно з контрольним варіантом без внесення препарату.

За збільшення густоти рослин до 200 тис. шт./га застосований регулятор покращував адаптацію рослин, знижуючи негативний ефект щільності стеблестою рослин сорго. Аналіз результатів досліджень показав, що тривалість проходження фаз органогенезу гібридів та сортів сорго звичайного залежала від біологічних особливостей генотипів та ґрунтово-кліматичних умов року. Застосування регулятора росту у посівах сорго за різної густоти стояння рослин спричиняє мінімальні зміни тривалості вегетаційного періоду.

Площа листової поверхні є ключовим показником продуктивності рослин сорго, оскільки визначає потенційну фотосинтетичну активність посіву, інтенсивність акумуляції сухої речовини та формування врожаю. Її величина тісно пов'язана з густотою стояння рослин і застосуванням регуляторів росту, що впливають на морфогенез листків, інтенсивність поділу клітин та асиміляційний потенціал культури. Аналіз площі листової поверхні досліджуваних гібридів і сортів сорго засвідчив суттєві відмінності між фазами розвитку, густотами стояння рослин та варіантами застосування стимулятора росту

Загалом площа листової поверхні закономірно зростала від фази кущіння до фази цвітіння, а вже у фазі повної стиглості зерна поступово зменшувалася, що пов'язано з початком старіння та відмирання нижніх листків. У гібридів і сортів спостерігається така закономірність: у фазу кущення площа листової поверхні майже не відрізнялась за факторами густоти стеблестою і застосування регулятора росту. У фазу органогенезу сорго вихід у трубку площа листків збільшується майже у 2 рази за щільності рослин від 160 до 200 тис. шт./га, а за внесення регулятора росту за всіх досліджуваних густот показник площі листової поверхні виріс в середньому на 2%. Збільшенні кількості рослин до 200 тис. шт./га зростання показника площі листків проходить повільніше. У фазу вихід у трубку – викидання волоті найвище значення (226,1-350,3 см²) площі спостерігали частіше за густоти 200 тис. шт./га. У фазу цвітіння за густоти рослин 160–200 тис. шт./га був максимальний (358,5-368,2 см²) розвиток листового апарату. У фазу органогенезу повна стиглість зерна різниця між досліджуваними густотами нівелювалась, оскільки листки вже частково відмирають.

Стосовно застосування стимулятора росту «Аппетайзера» у всіх гібридів стабільно препарат збільшує площу листової поверхні за всіма фазами розвитку. Приріст становить у середньому 2–5% у ранніх фазах і 3–8% у фазі цвітіння. Найсильніший ефект дії регулятора – у фазі викидання волоті–цвітіння. Застосований препарат «Аппетайзер» компенсує стрес від загущеності агрофітоценозу у 200 тис. шт./га.

У гібриду Bianca при збільшенні густоти з 160 тис. шт./га → 200 тис. шт./га площа листової поверхні помірно зростає у всіх фазах. Найвищі значення площі листової поверхні у фазі цвітіння при густоті 200 тис. шт./га + «Аппетайзер». Аналогічну тенденцію спостерігали і у гібрида Sentinel IG, за густоти рослин сорго 200 тис. шт./га мав також найвищі показники в усіх фазах. Даний гібрид добре реагує на ущільнення посіву. При застосування стимулятора росту препарат давав

Таблиця 1

Площа листової поверхні гібридів сорго зернового залежно від густоти рослин та стимулятора росту за фазами розвитку, см² 2024-2025 рр.

Гібрид/ сорт	Стимулятор росту	Густота рослин, тис. шт./га	Фаза розвитку				
			кущення	вихід у трубку	викидання волоті	цвітіння	повна стиглість зерна
Bianca	Контроль	160	114,8	231,0	348,0	367,6	286,1
		180	115,3	232,8	349,4	368,2	286,9
		200	115,9	233,5	350,1	368,8	287,6
	Аппетайзер	160	116,2	236,2	348,7	368,4	286,8
		180	117,1	237,4	350,3	368,9	287,7
		200	117,8	237,7	351,0	369,3	288,4
Смотрич	Контроль	160	112,9	227,1	345,5	360,0	273,0
		180	113,4	227,6	346,1	361,2	273,5
		200	114,0	228,0	346,8	361,9	274,2
	Аппетайзер	160	113,3	227,7	346,2	362,7	273,8
		180	113,7	228,3	346,8	363,1	278,3
		200	114,2	228,7	347,0	363,8	274,9
Ярона	Контроль	160	112,1	225,5	339,3	357,7	262,1
		180	112,5	226,0	340,4	358,5	262,8
		200	112,9	226,3	341,1	359,1	263,4
	Аппетайзер	160	112,7	226,1	340,0	358,6	262,6
		180	112,9	226,7	340,9	359,4	263,3
		200	113,2	227,2	341,7	360,8	264,0
Sentinel IG	Контроль	160	114,2	230,5	347,0	366,3	283,0
		180	115,0	231,3	348,2	367,0	283,6
		200	115,8	232,4	348,6	367,7	284,3
	Аппетайзер	160	114,5	235,0	347,6	367,1	283,7
		180	115,8	235,6	348,9	367,7	284,1
		200	116,0	236,1	349,4	368,4	284,4
НІР _{0,05}			2,2	2,4	2,6	1,9	2,1

приріст 3–7 одиниць у фазах кущення, вихід в трубку, викидання волоті, цвітіння.

Сорт Смотрич мав чітку тенденцію до зростання з 160 тис. шт/га → 200 тис. шт/га за фазами органогенезу культури. Особливо відчутний приріст площі листової поверхні відбувся за густоти від 180 тис. шт/га → 200 тис. шт/га. Застосування стимулятора росту мало значніший ефект, ніж у гібриду Bianca. Приріст за фазами розвитку складає 2–5 одиниць площі.

Сорт Ярона мав рівномірне збільшення площі листків за густоти 160 тис. шт/га → 200 тис. шт/га в усіх фазах органогенезу. За використання препарату «Аппетайзера» спостерігався чітко виражений позитивний ефект, особливо в фазах розвитку викидання волоті та цвітіння.

Агробіологічні показники рослин – довжина волоті, маса зерна, кількість зерен у волоті та маса 1000 зерен – є ключовими характеристиками структури врожаю та основними критеріями оцінки продуктивності гібридів сорго. Їх варіювання залежить від умов вирощування, зокрема від густоти стояння рослин і застосування регуляторів, які впливають на інтенсивність морфогенезу, налив зерна та формування генеративних органів.

У дослідженні проаналізовано реакцію гібридів Sentinel IG, Bianca та сортів Ярона, Смотрич на зміни

густоти стеблестою та обробку рослин стимулятором росту «Аппетайзер» (табл. 2).

Дані таблиці свідчать, що збільшення густоти стояння рослин у межах 160–200 тис.шт./га достовірно впливає на морфометричні та структурні показники врожаю всіх гібридів. Досліджувані гібриди і сорти демонстрували слабе, але стабільне зменшення довжини волоті зі зростанням густоти: при 160 тис. шт/га довжина була максимальною і становила у гібридів 29,7 см, у сортів – 28,5 см; за густоти стеблестою 200 тис. шт./га – зменшувалася на 0,4–1,0 см. Це підтверджує відому закономірність, що у загущених агроценозах генеративні органи дрібнішають через підвищену конкуренцію за світло і елементи живлення.

Показник маса зерна з однієї волоті істотно варіював залежно від генотипу, але загальні закономірності такі: за густоти 160 тис. шт/га маса волоті була найвищою або близькою до максимальної і становила у гібридів 49,7 г і у сортів – 46,1 г; за густоти 180 тис. шт./га – незначно зростала чи залишалась стабільною; за густоти 200 тис. шт./га – знижувалась в середньому на 2 поділлки показника через підвищену конкуренцію. Так, у гібриду Sentinel IG: 49,1 → 49,6 → 48,6 г (160–180–200 тис. шт/га), Bianca: 49,7 → 49,2 → 48,4 г. У сортів Ярона 47,1 → 46,2

Таблиця 2

Агробіологічні параметри гібридів сорго звичайного залежно від густоти рослин та застосування стимулятора росту, (середнє за 2024-2025 рр.)

Гібрид	Біостимулятор росту	Густота рослин, тис. шт./га	Довжина волоті, см	Маса зерна з однієї волоті, г	Кількість зерен з однієї волоті, шт.	Маса 1000 зерен, г	Урожайність зерна, т/га
Sentinel IG	Контроль	160	29,8	49,8	1457	34,2	7,2
		180	29,6	49,1	1446	34,0	7,0
		200	29,3	48,6	1444	33,7	6,9
	Аппетайзер	160	30,0	50,7	1459	34,8	7,6
		180	29,8	49,8	1450	34,4	7,3
		200	29,9	49,0	1448	33,9	7,1
Смотрич	Контроль	160	29,0	46,1	1463	31,5	5,5
		180	28,8	45,2	1459	31,0	5,4
		200	28,5	44,8	1457	30,8	5,2
	Аппетайзер	160	29,3	49,1	1487	33,0	5,8
		180	29,1	48,9	1495	32,7	5,7
		200	28,7	48,5	1492	32,5	5,5
Ярона	Контроль	160	27,7	47,1	1595	29,5	5,3
		180	27,4	46,2	1589	29,1	5,2
		200	26,9	45,4	1581	28,7	5,0
	Аппетайзер	160	28,0	48,5	1609	30,2	5,7
		180	27,7	47,8	1604	29,8	5,5
		200	27,2	46,7	1595	29,3	5,4
Bianca	Контроль	160	29,6	49,6	1472	33,7	5,9
		180	29,4	48,9	1467	33,4	5,7
		200	29,0	48,0	1456	33,0	5,4
	Аппетайзер	160	29,8	49,9	1469	34,0	6,2
		180	29,7	49,2	1464	33,6	6,0
		200	29,5	48,4	1459	33,2	5,8
HIP _{0,05}			2,1	2,3	19,7	1,9	1,4

→ 45,4 г (160–180–200 тис. шт./га) та Смотрич 46,1 → 45,2 → 44,8 г.

Показник кількості зерен у волоті був відносно стабільним у більшості досліджуваних генотипів, варіюючи лише на 1–3%. Проте простежено тенденцію до незначного зменшення кількості зерен за густоти 200 тис. шт./га, що відповідає закономірності зменшення кількості сформованих зернівок за умов конкуренції за чинники життєдіяльності агроценозу. Маса 1000 зерен – найчутливіший показник до умов вирощування. За результатами наших досліджень простежується зменшення маси 1000 зерен за збільшення густоти у 3 із 4 морфотипів, найсуттєвіше – у сортів Ярона та Смотрич (0,3–0,5 г). Це свідчить про інтенсивнішу конкуренцію в загущених агроценозах та зниження забезпеченості зернівок пластичними речовинами під час наливу.

Застосування стимулятора «Аппетайзер» спричинило покращення майже всіх структурних показників врожаю. У всіх генотипів зафіксовано помірне збільшення довжини волоті під дією стимулятора: Sentinel IG: 29,8 → 30,0 см; Bianca: 29,8 → 29,9 см; Смотрич: 28,0 → 29,1 см (найсильніший ефект). Сорт Ярона не реагував на застосування препарату. Стосовно маси зерна з однієї волоті, то обприскування стимулятором сприяло стабільному позитивному ефекту: маса зерна

з однієї волоті зростає на: 1,0–2,6 г у гібрида Sentinel IG, на 1,8–2,4 г та 1,1–2,4 г у сортів Смотрич і Ярона, і на 0,5–1,0 г у гібрида Bianca. У середньому приріст становив 3–6%, що свідчить про підвищену інтенсивність наливу зерна. Кількість зерен майже не змінювалась під дією стимулятора, але спостерігалась тенденція збільшення кількості зернівок на 5–15 шт. у сортів Ярона та Смотрич. Біостимулятор впливав переважно на масу зернівки. Маса 1000 зерен найбільш чутливо реагувала на застосування стимулятора росту. Приріст маси 1000 зерен становив: Sentinel IG: +0,4–0,5 г; Смотрич: +0,2–0,3 г; Ярона: +0,3–0,4 г; Bianca: +0,2–0,4 г. Підвищення маси 1000 зерен підтверджує активізацію процесів накопичення крохмалю та асимілянтів у зернівці.

Висновки. Встановлено, що формування листового апарату істотно залежить як від густоти стояння рослин, так і від застосування регулятора росту «Аппетайзер», який частково компенсує потенційний стрес від підвищеної конкуренції за ресурси в щільніших агроценозах культури. Ефективність дії стимулятора проявлявся найбільш виразно у фазах викидання волоті – цвітіння, де приріст показників площі був найстабільнішим.

Комбінація застосованих чинників демонструє: за густоти 160–180 тис. шт./га стимулятор максимально

підсилює продуктивність волоті; за густоти 200 тис. шт./га його дія частково компенсує стрес від загушення агроценозу; найбільшу масу зерна з волоті отримано у варіантах 180 тис. шт/га + стимулятор «Аппетайзер». Генотипи, які показали найвищу реакцію: сорти Смотрич – найбільший приріст довжини волоті та маси зерна; Ярона – підвищення маси 1000 зерен; гібриди Sentinel IG – найкраща стабільність продуктивності; Bianca – стабільна реакція, але менш виражена.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сторожик Л. Агробіологічні основи формування агрофітоценозів сорго цукрового як біоенергетичної культури в Степу та Лісостепу України: монографія. Вінниця ТОВ «ТВОРИ». 2018. 264 с.
2. Любич В. В., Сторожик Л. І., Войтовська В. І., Терещенко І. С., Лосева А. І. Агробіологічні параметри різних сортів і гібридів сорго цукрового. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2021. Т. 17, № 3. С. 193–198. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.3.2021.242966>
3. Сторожик Л.І. Музика О.В. Формування структурних показників урожаю сорго цукрового залежно від елементів технології вирощування. *Новітні агротехнології*, ІБКіЦБ. 2017, № 5. ISSN 2410-1303
4. Сторожик Л.І., Музика О.В. Особливості формування продуктивності гібридів сорго цукрового залежно від впливу агротехнічних факторів: ширини міжрядь, густоти посівів та обробки регулятором росту. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Vol. 15, № 2. С. 171-181. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.173567>
5. Лапа О.М., Свиридов А.М., Щербаків В.Я. та ін. Вирощування зернового сорго в умовах України (практичні рекомендації) / Під ред. В.Я. Щербаків. Київ: ТОВ «Глобус-Принт», 2008. 36 с.
6. Бойко М. О. Формування асиміляційного апарату гібридів сорго зернового в залежності від строків сівби та густоти посівів. *Таврійський науковий вісник*. Херсон : Гринь Д.С., 2017. Вип. 97. С. 18-22.
7. Макаров Л. Х. Соргові культури: монографія. Інститут землеробства південного регіону УААН. Херсон: Айлант, 2006. 264 с.
8. Присяжнюк О.І., Сторожик Л.І., Завгородня С.В. Екологічна пластичність сорго зернового. *Новітні агротехнології*, 2019. № 7. URL <http://jna.bio.gov.ua/article/view/204818>
9. Alderfasi A. A., Selim M. M., Alhammad B. A. Evaluation of plant densities and various irrigation regimes of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) under low water supply. *Journal-of-Water-Resource-and-Protection*. 2016. Vol. 8. P. 1-11. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2016.81001>
10. Al-Taweel, S.K., Najm, E.S., Cheyed, S.H., & Snaa, Q. (2020). Response of sorghum varieties to the ratoon cultivation 1-Growth characteristics. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 870. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/2F870/2F1%2F012030>
11. Правдива Л.А., Атаманюк О.М., Яланський О.В. Формування біометричних показників сорго звичайного двоколіорового (*Sorghum bicolor* L.) в умовах Правобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць «Агробіологія»*, 2022. № 2. С. 87–94. doi: 10.33245/2310-9270-2022-174-2-87-94
12. Ганженко О.М. Продуктивність сорго цукрового залежно від елементів технології його вирощування у зоні недостатнього зволоження Східного Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2020. Вип. 28. С. 64–76.
13. Пашенко Ю. М., Андрієнко А. Л. Густота стояння рослин гібридів сорго в умовах Північного Степу України. *Бюлетень Ін-ту зернового господарства*. 2003. № 20–25. С. 17–25.
14. Рихлівський І. П., Бурдига В. М. Вплив строків сівби на якісні показники сорго зернового і рисозернового. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно – технічного університету*. 2011. № 19. С. 14-17.
15. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ : Нічлава, 2003. 320 с.
16. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. В. О. Єщенко. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
17. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica-6. Київ : Поліграф Консалтинг, 2007. 56 с.

REFERENCES:

1. Storozhyk L. (2018). Ahrobiolohichni osnovy formuvannia ahrofitotsenoziv sorho tsukrovoho yak bioenerhetychnoi kultury v Stepu ta Lisostepu Ukrainy. [Agrobiological foundations of the formation of agrophytocenoses of sweet sorghum as a bioenergy crop in the Steppe and Forest-Steppe of Ukraine]: Monohrafiia. Vinnytsia TOV «TVORY». 2018.264 s. [in Ukrainian].
2. Liubych V. V., Storozhyk L. I., Voitovska V. I., Tereshchenko I. S., & Losieva A. I. (2021). Ahrobiolohichni parametry riznykh sortiv i hibrydiv sorho tsukrovoho. [Agrobiological parameters of different varieties and hybrids of sweet sorghum]. *Plant Varieties Studying and Protection*. T. 17, № 3. S. 193–198 <https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.3.2021.242966> [in Ukrainian].
3. Storozhyk L.I. Muzyka O.V. (2017). Formuvannia strukturnykh pokaznykiv urozhaiu sorho tsukrovoho zalezno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia. [Formation of structural indicators of sweet sorghum yield depending on elements of cultivation technology]. *Novitni ahrotekhnolohii, IBKiTsB*. № 5. [in Ukrainian].
4. Storozhyk L.I., Muzyka O.V. (2019). Osoblyvosti formuvannia produktyvnosti hibrydiv sorho tsukrovoho zalezno vid vplyvu ahrotekhnichnykh faktoriv: shyryny mizhriad, hustoty posiviv ta obrobky rehulatorom rostu. [Features of the formation of productivity of sweet sorghum hybrids depending on the influence of agrotechnical factors: row spacing, crop density and treatment with a growth regulator]. *Plant Varieties Studying and Protection*. Vol. 15, № 2. S. 171-181 <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.173567> [in Ukrainian].
5. Lapa O.M., Svyrydov A.M., Shcherbakov V.Ia. ta in. (2008). Vyroshchuvannia zernovoho sorho v umovakh Ukrainy (praktychni rekomendatsii) [Growing grain sorghum in Ukrainian conditions (practical recommendations)]/ Pid red. V.Ia. Shcherbakova. Kyiv: TOV «Hlobus-Prynt», 36 s. [in Ukrainian].
6. Boiko M. O. (2017). Formuvannia asymiliatsiinoho aparatu hibrydiv sorho zernovoho v zalezhnosti vid

- stroktiv sivby ta hustoty posiviv. [Formation of the assimilation apparatus of grain sorghum hybrids depending on sowing dates and crop density]. Tavriiskyi naukovyi visnyk. Kherson : Hrin D.S., Vyp. 97. S. 18-22. [in Ukrainian].
7. Makarov L. Kh. (2006). Sorhovi kultury: monohrafiia. [Sorghum crops: monograph]. Instytut zemlerobstva pivdennoho rehionu UAAN. Kherson: Ailant, 264 s. [in Ukrainian].
 8. Prysiashniuk O.I., Storozhyk L.I., & Zavorodnia S.V. (2019). Ekolohichna plastychnist sorho zernovoho [Ecological plasticity of grain sorghum]. Novitni ahrrotekhnologii, № 7. <http://jna.bio.gov.ua/article/view/204818> [in Ukrainian].
 9. Alderfasi A. A., Selim M. M., & Alhammad B. A. (2016). Evaluation of plant densities and various irrigation regimes of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) under low water supply. *Journal-of-Water-Resource-and-Protection*. Vol. 8. P. 1-11. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2016.81001>
 10. Al-Taweel, S.K., Najm, E.S., Cheyed, S.H., & Snaa, Q. (2020). Response of sorghum varieties to the ratoon cultivation 1-Growth characteristics. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 870. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/2F870/2F1/2F012030>
 11. Pravdyva L.A., Atamaniuk O.M., & Yalanskyi O.V. (2022). Formuvannia biometrychnykh pokaznykiv sorho zvychainoho dvokolorovoho (*Sorghum bicolor* L.) v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. [Formation of biometric indicators of common bicolor sorghum (*Sorghum bicolor* L.) in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats «Ahrobiolohiia»*. № 2. S. 87–94. doi: 10.33245/2310-9270-2022-174-2-87-94 [in Ukrainian].
 12. Hanzhenko O.M. (2020). Produktyvnist sorho tsukrovoho zalezno vid elementiv tekhnolohii yoho vyroshchuvannia u zoni nedostatnoho zvolozhennia Shkhidnoho Lisostepu Ukrainy. [Productivity of sweet sorghum depending on the elements of its cultivation technology in the zone of insufficient moisture of the Eastern Forest-Steppe of Ukraine] *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovkykh buriakiv*. Vyp. 28. S. 64–76. [in Ukrainian].
 13. Pashchenko Yu. M., Andriienko A. L. (2003). Hustota stoiannia roslyn hibrydiv sorho v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy [Plant density of sorghum hybrids in the Northern Steppe of Ukraine.] *Biuletyn In-tu zernovoho gospodarstva*. № 20–25. S. 17–25. [in Ukrainian].
 14. Rykhlivskiy I. P., Burdyha V. M. (2011). Vplyv stroktiv sivby na yakisni pokaznyky sorho zernovoho i rysozernovoho [The influence of sowing dates on the quality indicators of grain sorghum and rice grain]. *Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzhavnogo ahrarno – tekhnichnoho universytetu*. № 19. S.14-17. [in Ukrainian].
 15. Hrytsaienko Z. M., Hrytsaienko A. O., & Karpenko V. P. (2003). Metody biolohichnykh ta ahrokhimichnykh doslidzen roslyn i gruntiv. [Methods of biological and agrochemical research of plants and soils]. Kyiv : Nichlava., 320 s. [in Ukrainian].
 16. Yeshchenka V. O. (2014). Osnovy naukovykh doslidzen v ahronomii [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Vynnytsia : PP «TD «Edelveis i K» 332 s. [in Ukrainian].
 17. Ermantraut E. R., Prysiashniuk O. I., & Shevchenko I. L. (2007). Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi Statistica-6. [Statistical analysis of agronomic research data in the Statistica-6 package]. Kyiv : Polihraf Konsal'tynh, 56 s. [in Ukrainian].
- Сторожик Л.І., Харусь С.А. Формування агробіологічних параметрів рослин сорго звичайного (двокольорового) (*sorghum bicolor* L.) залежно від густоти агроценозу культури в Правобережному Лісостепу України**
- Мета** – дослідити процес формування агробіологічних параметрів рослин сорго звичайного двокольорового (*Sorghum bicolor* L.) іноземними гібридами та вітчизняними сортами залежно від густоти агрофітоценозу та застосування біостимулятора росту. **Методи.** Лабораторний, вимірвальний, розрахунково-порівняльний, аналізування, статистичний. **Результати.** Тривалість вегетаційного періоду, залежала від густоти агроценозу. За зростання густоти стеблестою від 160 до 200 тис. шт./га відзначається незначне (на 1-2 доби) подовження вегетаційного періоду. За застосування у фазу кушення (4-5 листка) регулятора росту «Аппетайзер» (0,5 л/га) за густоти 160 -180 тис. шт./га тривалість вегетаційного періоду в порівнянні з контролем у всіх генотипів не змінювалась, так як рослини мають достатню площу живлення та невисоку конкуренцію за світло і вологу. За густоти 200 тис. шт./га дія препарату «Аппетайзер» пом'яксувала стрес, пов'язаний з підвищеною конкуренцією рослин за фактори життєдіяльності, що зменшує негативний вплив густоти на тривалість вегетації. Встановлено, що формування листового апарату істотно залежить як від густоти стояння рослин, так і від застосування регулятора росту «Аппетайзер», який частково компенсує потенційний стрес від підвищеної конкуренції за ресурси в щільніших агроценозах культури. Ефективність дії стимулятора проявлявся виразно у фазах викидання волоті – цвітіння. Площа листків сорго у фазу вихід у трубку збільшувалась майже у 2 рази за щільності рослин від 160 до 200 тис. шт./га, а за внесення регулятора росту за всіх досліджуваних густот показник площі листової поверхні виріс в середньому на 2%. У фазу вихід у трубку – викидання волоті найвище значення (226,1-350,3 см²) площі спостерігали за густоти 200 тис. шт./га. У фазу цвітіння за густоти рослин 160–200 тис. шт./га був максимальний (358,5-368,2 см²) розвиток листового апарату. У фазу органогенезу повна стиглість зерна різниці між досліджуваними густотами нівелювалась, оскільки листки вже частково відмирають. Застосування стимулятора росту «Аппетайзера» стабільно збільшує площу листової поверхні за всіма фазами розвитку. Приріст становить у середньому 2–5% у ранніх фазах і 3–8% у фазі цвітіння. Найсильніший ефект дії регулятора – у фазі викидання волоті–цвітіння. **Висновки.** Поєднання оптимальної густоти стояння рослин (180 тис. шт./га) та застосування стимулятора росту є ефективним агротехнологічним прийомом підвищення фотосинтетичної активності гібридів сорго, що створює передумови для формування вищої продуктивності та кращої реалізації генетичного потенціалу сорго звичайного.
- Ключові слова:** сорти, гібриди, сорго звичайне, густота рослин, стимулятор росту

Storozhik L.I., Kharus S.A. Formation of agrobiological parameters of sorghum bicolor plants (*sorghum bicolor* L.) depending on the density of the agrocenosis of the crop in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

The goal is to investigate the process of formation of agrobiological parameters of sorghum bicolor plants (*Sorghum bicolor* L.) by foreign hybrids and domestic varieties depending on the density of the agrophytocenosis and the use of a growth biostimulant. Methods. Laboratory, measuring, calculation-comparative, analysis, statistical. Results. The duration of the growing season depended on the density of the agrocenosis. With an increase in the density of the stem from 160 to 200 thousand pcs./ha, a slight (by 1-2 days) lengthening of the growing season is noted. When using the growth regulator "Appetizer" (0.5 l/ha) in the tillering phase (4-5 leaves) at a density of 160-180 thousand pcs./ha, the duration of the growing season in all genotypes compared to the control did not change, since the plants have a sufficient area for nutrition and low competition for light and moisture. At a density of 200 thousand pcs./ha, the effect of the drug "Appetizer" mitigated the stress associated with increased competition of plants for vital factors, which reduces the negative impact of density on the duration of the growing season. It was established that the formation of the leaf apparatus significantly depends on both the density of the plant stand and the use of the growth regulator "Appetizer", which partially compensates for the

potential stress from increased competition for resources in denser agrocenoses of the crop. The effectiveness of the stimulant was clearly manifested in the panicle ejection – flowering phases. The area of sorghum leaves in the tube phase increased almost 2 times at plant densities from 160 to 200 thousand pcs./ha, and with the introduction of a growth regulator at all studied densities, the leaf surface area increased by an average of 2%. In the tube phase – panicle ejection, the highest value (226.1-350.3 cm²) of the area was observed at a density of 200 thousand pcs./ha. In the flowering phase, at plant densities of 160–200 thousand pcs./ha, the development of the leaf apparatus was maximum (358.5-368.2 cm²). In the organogenesis phase, the full ripeness of the grain, the difference between the studied densities was leveled, since the leaves are already partially dying off. The use of the growth stimulator "Appetizer" stably increases the leaf surface area at all phases of development. The increase is on average 2–5% in the early phases and 3–8% in the flowering phase. The strongest effect of the regulator is in the panicle-flowering phase. Conclusions. The combination of optimal plant density (180 thousand pcs./ha) and the use of a growth stimulator is an effective agrotechnological method of increasing the photosynthetic activity of sorghum hybrids, which creates the prerequisites for the formation of higher productivity and better realization of the genetic potential of common sorghum.

Key words: varieties, hybrids, common sorghum, plant density, growth stimulator

Дата першого надходження статті до видання: 18.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 30.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 06.05.2026