

Зубець (голова) та ін. – К.: Аграрна наука, 2010. – С. 108-238.

3. Балюк С. А. Меліорація ґрунтів систематика, перспективи, інновації / С. А. Балюк, М. І. Ромащенко, р. С. Трускавецький. – Херсон: Гринь Д.С., 2015. – 668 с.

4. Гордієнко В. П. Прогресивні системи обробітку ґрунту / В. П. Гордієнко, А. М. Малієнко, Н. Х. Грабак; за ред. В. П. Гордієнка. – Сімферополь, 1998. – 272с.

5. Kovalenko A. Increasing aridity climate of southern steppe of Ukraine / A. Kovalenko // Its effects and remedies, 3rd UNCCD Scicntific Conference, 9-12 March 2015, Cancun. – Mexico: Book of Abstracts, 2015. – p. 293-294.

6. Debruck I. Angewandte Wissenschaft / I. Debruck. – 1982. – S. 45.

7. Kundler P. Tpagungsber. Akad / P. Kundler // Landwirt- schafswissenschaft. – 1982. – № 205. – S.5.

8. Sohrodter H. Statistische Betrachtungen sur frage der Alhangigkeit der Nitrifikation von Bodentemperatur und Bodenfeuchtigkeit / H. Sohrodter, C. Mietjen. – Agr. Meteorol., 1971. – Bd. 9. – №1-2. – S. 77-91.

9. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / р. А. Вожегова, Ю. О. Лавриненко та ін. – Херсон: Гринь Д.С., 2014. – 286 с.

10. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві: монографія [Ушкаренко В. О., Вожегова р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В.]. – Херсон: Айлант, 2013. – 410 с.

#### REFERENCES:

1. Hadzalo, Ya.M. & Kamins'kyyo, V.F. (2016). *Naukovi osnovy vyrobnytstva orhanichnoyi produktsiyi*

*v Ukraini [Scientific basis of organic production in Ukraine].* Kiyv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].

2. Zubets', M.V. et al. (2010). *Naukovi osnovy ahropromysloвого vyrobnytstva v zoni Stepu Ukrainy [Scientific basis of agricultural production in the steppe of Ukraine].* Kiyv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].

3. Balyuk, S.A., Romashchenko, M.I. & Truskavets'kyy, R.S. (2015). *Meilioratsiya gruntiv systematyka, perspektyvy, innovatsiyi [Soil melioration of taxonomy, prospects, innovations].* Kherson: Hrin' D.S [in Ukrainian].

4. Hordiyenko, V.P., Maliyenko, A.M., & Hrabak, N.Kh. (1998). *Prohresyvni systemy obrobittku gruntu [Progressive soil tillage systems]* Simferopol' [in Ukrainian].

5. Kovalenko, A. (2015). Increasing aridity climate of southern steppe of Ukraine. *3rd UNCCD Scicntific Conference, 9-12 March 2015, (pp 293-294).* Cancun. Mexico: Book of Abstracts [in English].

6. Debruck I (1982) *Angewandte Wissenschaft.* [in German].

7. Kundler, P. (1982). Tpagungsber. Akad. Landwirt- schafswissenschaft, 205, 5 [in Hungarian].

8. Sohrodter, H., & Mietjen, C. (1971). Statistische Betrachtungen sur frage der Alhangigkeit der Nitrifikation von Bodentemperatur und Bodenfeuchtigkeit. *Agr. Meteorol., Bd. 9, 1-2* [in German].

9. Vozhehova, R.A., & Lavrynenko, Yu.O. (2014). *Metodyka pol'ovykh i laboratornykh doslidzhen' na zroshuvanykh zemlyakh [Methods of field and laboratory research on irrigated lands].* Kherson: Hrin' D.S. [in Ukrainian]

10. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., & Holo- borod'ko, S.P., Kokovikhin, S.V. (2013). *Statystychnyy analiz rezul'tativ pol'ovykh doslidiv u zemlerobstvi [Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture].* Kherson: Aylant [in Ukrainian].

УДК 633.62: 631.543.2

## ВПЛИВ ПЛОЩІ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН СОРГО ЦУКРОВОГО НА ВОДОСПОЖИВАННЯ ТА ФОРМУВАННЯ БІОМЕТРИЧНИХ І ФОТОСИНТЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

**ГРАБОВСЬКИЙ М.Б.** – кандидат с.-г. наук, доцент

**ГРАБОВСЬКА Т.О.** – кандидат с.-г. наук, доцент  
Білоцерківський національний аграрний університет

**ГЕРАСИМЕНКО Л.А.** – кандидат с.-г. наук

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

<https://orcid.org/0000-0002-8494-7896>

<https://orcid.org/0000-0001-6995-9314>

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

**Постановка проблеми.** Цукрове сорго (*Sorghum saccharatum*) – культура з високим потенціалом, як енергетична для виробництва біоетанолу та біогазу, кормова для тварин та технічна для переробної промисловості [1]. Цукрове сорго за рахунок високої продуктивності та здатності адаптуватися до умов вирощування вважається однією з культур, які потенційно можуть забезпечити значну кількість кормів та енергії для задоволення потреб людства в найближчому майбутньому.

Сорго може конкурувати з кукурудзою за рахунок кращої здатності діставати воду з більш глибоких шарів ґрунтів [2].

Правильне розміщення рослин сорго на площі є однією з важливих умов отримання високих та стабільних урожаїв. За розміщення на одиниці площі недостатньої кількості рослин сорго інтенсивно кущиться. Якщо посіви загущені, кущіння значно послаблюється, а також підвищується вміст

целюлози та зменшується кількість соку і його цукристість [3].

В умовах нестійкого або недостатнього зволоження, спосіб сівби сорго, кількість рослин на одиницю площі та рівномірність їх розміщення має важливе значення. Зі способами сівби і густотою стояння рослин тісно пов'язані такі важливі функції рослин, як мінеральне живлення, транспірація, фотосинтетична діяльність, водоспоживання тощо. Крім того, ці фактори різною мірою впливають на мікроклімат в посівах, біологічні процеси в ґрунті, а також на розповсюдження хвороб, шкідників, бур'янів і ступінь їх шкодочинності [4].

У сучасних умовах з появою різноманітних гербіцидів та розробкою відповідної збиральної техніки, звужені міжряддя застосовують на сої [5], рису, ячменю та пшениці [6], в той же час, досить мало інформації про аналогічні дослідження з сорго цукровим.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** За результатами досліджень G.L. Sawargaonkar та ін. [7], зміна відстані між рядками від 60 до 45 см не впливає на продуктивність різних сортів цукрового сорго. В той же час за даними Kaushik, M. K. і Shaktawat, M. S. [8] які в умовах Індії висівали сорго цукрове з міжряддями від 50 до 105 см, вища урожайність культури була на ділянках з міжряддям 50 см.

D. Brodhead та K. Freeman [9] встановили, що найбільша урожайність зеленої маси сорго сорту Ріо (77,1 т/га) отримано за ширини міжрядь 52,5 см., а за ширини міжрядь 105 см урожайність культури становила 63,7 т/га.

Оптимальна густина стояння рослин у зоні Степу України становить для зернового сорго 140–160 тис. шт./га а для цукрового 180–220 тис. шт./га. Для південної та східної частини Степу і особливо аномального за погодно-кліматичними умовами Присивашся густота стояння рослин соргових культур дещо відрізняється. [10–11].

Найбільш поширеним способом сівби на півдні України є широкорядний пунктирний з шириною міжрядь 70 см. Більш високі врожаї зеленої маси сорго отримують за сівби з шириною міжрядь 45 см. За сівби з шириною міжрядь 45 см можна більш рівномірно розташувати рослини в рядку. В Кримській АР та Херсонській області за вирощування на зелену масу сорго цукрове висівають з шириною міжрядь 45 см та з густотою стояння рослин 200 тис./га [12].

Дослідження, проведені останніми роками на дослідно-селекційних станціях ІБКІЦБ показали, що за вирощування сорго цукрового сорту Силосне 42 з міжряддям 15 см та густотою 200, 300 та 400 тис. шт./га урожайність біомаси становила 72,7, 79,2 і 75,6 т/га, що на 13,6, 11,9 і 12,9 т/га менше, ніж у гібрида Медовий. За ширини міжрядь 30 та 45 см і такою ж густотою стояння рослин за урожайністю гібрид Медовий переважав сорт Силосне 42. У Лісостепу України рекомендованою густотою стояння рослин сорго цукрового є 300 тис. шт./га за ширини міжрядь 30 см [13].

З густотою стояння рослин сорго пов'язана також і висота рослин. За достатньої та надмірної вологості ґрунту в загущених посівах рослини затіняють одна одну, тягнуться в висоту, врожай

зеленої маси збільшується, а вміст сухої речовини знижується порівняно з оптимальною густотою стояння. Загущення посівів недопустиме за недостатньої кількості вологи в ґрунті [14].

Аналіз літературних даних свідчить, що в роки з добрими кліматичними умовами максимальні врожаї зеленої маси сорго отримані за сівби з меншими міжряддями, а в посушливі – навпаки. За даними С. К. Шукіса, запаси вологи в метровому шарі ґрунту, перед збиранням сорго цукрового на полях з міжряддями 15–30 см, виявився мінімальним, що знижувало врожайність наступних культур. Сівба з міжряддями 45 см забезпечила достатню вологість ґрунту в кінці вегетації, що не зменшувала врожайність наступних культур [15].

**Мета досліджень** – встановити оптимальну густоту стояння рослин та ширину міжрядь сорго цукрового, обґрунтувати їх вплив на фотосинтетичну діяльність, біометричні показники та водоспоживання агрофітоценозів в умовах Центрального Лісостепу України.

**Матеріали та методика досліджень.** Польові досліді проводили протягом 2012–2016 рр. в умовах Навчально-виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету, який розміщений в Центральному Лісостепу України. ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий вилугуваний, середньоглибокий, малогумусний на карбонатному лесі.

В досліді висівали сорт сорго цукрового Силосне 42 і гібрид Довіста з міжряддями 45 і 70 см і густотою стояння рослин 150, 200, 250 тис. шт./га. Площа посівної ділянки – 28 м<sup>2</sup>, облікової – 14 м<sup>2</sup>. Дослід закладався за методом систематичних повторювань: в кожному повторенні варіанти досліді розміщувалися по ділянках послідовно. Повторюваність дослідів – триразова. Агротехніка, крім досліджуваних факторів в досліді, відповідала загальноприйнятій для Лісостепу України.

Методичною основою експериментальних досліджень були "Методика проведення дослідів з кормовиробництва" [16], "Основи наукових досліджень в агрономії" [17].

Польову схожість насіння визначали після повних сходів, відношенням числа насіння, що зійшло, до всіяного, виражене у відсотках. Площу листової поверхні визначали за методикою А.А. Ничипоровича [18]. Густиоту стояння рослин визначали після появи сходів і перед збиранням шляхом підрахунку рослин на 1 метрі рядка в 5 місцях по діагоналі ділянки з наступним перерахунком на 1 га. Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом перед сівбою або одразу після сівби та на період збирання. Статистичну обробку результатів досліджень проводили методом дисперсійного аналізу з використанням програм Excel, Statistica – 6.0.

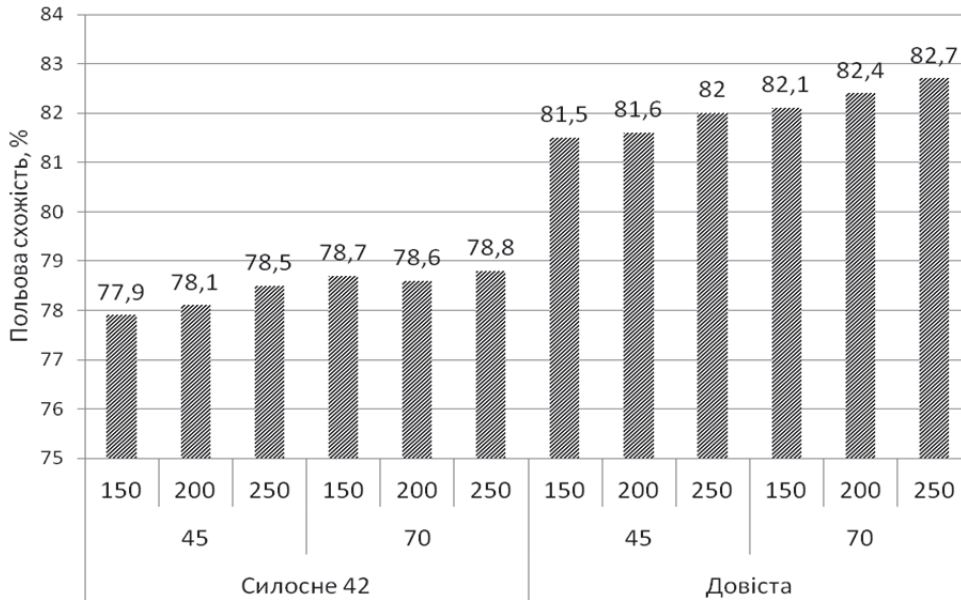
**Результати досліджень.** Якісні показники насіння значною мірою залежить від його розміру. Зі збільшенням розміру насіння підвищуються його посівні якості, що є запорукою одержання оптимальної густоти стояння рослин та їх високої продуктивності. Існує прямиий зв'язок між розміром насіння та його лабораторною і польовою схожістю, і для отримання високоякісного посівного матеріалу необхідно відібрати не тільки крупне та виповнене

насіння, а обов'язково видалити його дрібну фракцію [19].

Темпи росту і розвитку рослин сорго цукрового в онтогенезі впливають на процес формування продуктивності культури. За оптимальної площі живлення рослин умови освітленості є більш кращими, а волога та поживні речовини – більш дос-

тупними, що відповідно і впливає на продуктивність культури.

В наших дослідженнях на польову схожість насіння сорго цукрового впливали сортові особливості, різна ширина міжрядь та густина стояння рослин (рис. 1.).



**Рисунок 1. Польова схожість насіння сорго цукрового залежно від площі живлення рослин, % (середнє за 2012–2016 рр.)**

Максимальні значення цього показника у сорту Силосне 42 і гібриду Довіста, за всіх досліджуваних значень ширини міжрядь, були за густоти стояння рослин 250 тис. шт./га, але вищі на 0,3–0,7% показники відмічені за ширини міжрядь 70 см, порівняно з 45 см. Спостерігається тенденція до збільшенні польової схожості при підвищенні густоти стояння рослин з 150 до 250 тис. шт./га та збільшенні ширини міжрядь з 45 до 70 см. У сорту Силосне 42 показник польової схожості знаходився в межах 77,9–78,8%, що на 3,4–3,9% менше ніж у гібриду Довіста.

Висота рослин сорго цукрового пов'язана із площею живлення і є одним з показників, що характеризує ріст рослин сорго цукрового, збільшення якого тісно корелює з наростанням вегетативної маси. На висоту рослин впливають сортові особливості, ґрунтово-кліматичні умови та забезпечення елементами живлення [13, 20].

Аналіз результатів досліджень показує, що за звуження ширини міжрядь з 70 до 45 см спостерігається зменшення коефіцієнту кушіння та діаметру стебла на 21,4 і 28,5% та 14,5 і 13,5%, відповідно у сорту Силосне 42 і гібриду Довіста (табл. 1.).

**Таблиця 1. Біометричні показники сорго цукрового, залежно від густоти стояння рослин та ширини міжрядь (середнє за 2012 – 2016 рр.)**

| Сорт, гібрид | Ширина міжрядь, см | Густина стояння, тис. шт./га | Коефіцієнт кушіння | Висота рослин, см | Діаметр стебла, см |
|--------------|--------------------|------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| Силосне 42   | 45                 | 150                          | 1,8                | 270,0             | 1,6                |
|              |                    | 200                          | 1,5                | 275,0             | 1,4                |
|              |                    | 250                          | 1,2                | 279,0             | 1,2                |
|              | 70                 | 150                          | 2,2                | 257,0             | 1,8                |
|              |                    | 200                          | 1,9                | 261,0             | 1,6                |
|              |                    | 250                          | 1,6                | 267,0             | 1,5                |
| Довіста      | 45                 | 150                          | 1,7                | 310,0             | 1,8                |
|              |                    | 200                          | 1,5                | 319,0             | 1,5                |
|              |                    | 250                          | 1,3                | 323,0             | 1,3                |
|              | 70                 | 150                          | 2,4                | 291,0             | 2,0                |
|              |                    | 200                          | 2,1                | 298,0             | 1,7                |
|              |                    | 250                          | 1,8                | 306,0             | 1,6                |

Висота рослин навпаки була вищою на 5,0–6,4% на варіантах з міжряддям 45 см. Збільшення густоти стояння рослин від 150 до 250 тис. шт./га зумовлює зменшення діаметру стебла і коефіціє-

нту кушіння. Це пояснюється тим, що з загущенням посівів стебло більше росте у висоту ніж потовщується, тому діаметр і кількість додаткових стебел зменшуються. Найбільш кращі умови для

росту і розвитку сорго цукрового були на варіантах з міжряддям 45 см і густотою стояння рослин 250 тис. шт./га.

Оптимальна площа листової поверхні є показником, що характеризує ефективність дії комплексу або окремих елементів технології вирощування, що впливають на процес формування врожаю. Збільшення або ж зменшення площі живлення спричиняє зміни в розмірах і кількості листків, відповідно змінюється і розмір асиміляційної поверхні як окремої рослини, так і посівів у цілому [11].

Площа листової поверхні у сорту Силосне 42 і гібриду Довіста змінювалась як під впливом густоти стояння рослин так і ширини міжрядь (табл. 2.). При загущенні посівів від 150 до 250 тис. шт./га, а також при зменшенні ширини міжрядь від 70 до 45 см цей показник підвищувався на 15,3–22,6%.

Максимальною вона була на період «цвітіння волоті» на варіантах з шириною міжрядь 45 см та густотою стояння рослин 250 тис. шт./га і становила 57,8 тис. м<sup>2</sup>/га у сорту Силосне 42 та 59,3 тис. м<sup>2</sup>/га у гібриду Довіста.

**Таблиця 2. Динаміка зміни площі листової поверхні сорго цукрового залежно від площі живлення рослин, тис. м<sup>2</sup>/га (середнє за 2012 – 2016 рр.)**

| Сорт, гібрид | Ширина міжрядь, см | Густота стояння, тис. шт./га | Період визначення |                |                 |                   |
|--------------|--------------------|------------------------------|-------------------|----------------|-----------------|-------------------|
|              |                    |                              | кущіння           | вихід у трубку | цвітіння волоті | воскова стиглість |
| Силосне 42   | 45                 | 150                          | 11,0              | 22,4           | 48,6            | 42,2              |
|              |                    | 200                          | 11,8              | 26,7           | 53,2            | 46,2              |
|              |                    | 250                          | 12,5              | 31,3           | 57,8            | 50,2              |
|              | 70                 | 150                          | 9,7               | 19,9           | 44,2            | 38,5              |
|              |                    | 200                          | 10,3              | 23,1           | 48,7            | 42,5              |
|              |                    | 250                          | 11,2              | 27,5           | 51,3            | 44,7              |
| Довіста      | 45                 | 150                          | 11,5              | 27,6           | 51,3            | 44,4              |
|              |                    | 200                          | 12,7              | 32,4           | 56,1            | 48,6              |
|              |                    | 250                          | 14,2              | 36,7           | 59,3            | 51,4              |
|              | 70                 | 150                          | 10,1              | 23,8           | 48,0            | 42,0              |
|              |                    | 200                          | 12,2              | 28,5           | 51,6            | 45,1              |
|              |                    | 250                          | 13,5              | 32,6           | 54,4            | 47,5              |

За вирощування рослин сорго цукрового з шириною міжрядь 70 см з цією ж густотою вона становила 51,3 і 54,4 тис. м<sup>2</sup>/га відповідно. Наростання площі листової поверхні відмічено до фази цвітіння волотей а у фазу воскової стиглості зерна вона зменшується на 12,3–13,8% порівняно з попереднім обліком.

Причиною зниження площі асиміляційної поверхні в широкорядних посівах є деформація площі живлення рослин внаслідок збільшення ширини міжрядь і кількості рослин на одиниці довжини рядка, відповідно підвищення конкуренції рослин у посівах упродовж всього періоду росту і розвитку [13].

Гібрид Довіста за площею листової поверхні, в різні фази розвитку, переважав сорт Силосне 42 на 5,3–20,5%.

При загущенні посівів відбувається наростання загальної площі листків, що позитивно впливає на збільшення фотосинтетичного потенціалу посівів та створюються кращі передумови для отримання високого врожаю. Найвищим показник фотосинтетичного потенціалу був за сівби з шириною міжрядь 45 см і становив 4,29–4,70 млн. м<sup>2</sup>·днів / га у сорту Силосне 42 та 4,52–5,18 млн. м<sup>2</sup>·днів / га у гібриду Довіста.

**Таблиця 3. Фотосинтетичний потенціал та чиста продуктивність фотосинтезу рослин сорго цукрового залежно від площі живлення, (середнє за 2012 – 2016 рр.)**

| Сорт, гібрид | Ширина міжрядь, см | Густота стояння, тис. шт./га | Фотосинтетичний потенціал, млн. м <sup>2</sup> ·днів /га | Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м <sup>2</sup> за добу |
|--------------|--------------------|------------------------------|--|--|
| Силосне 42   | 45                 | 150                          | 4,29   | 3,81   |
|              |                    | 200                          | 4,45   | 3,53   |
|              |                    | 250                          | 4,70   | 3,22   |
|              | 70                 | 150                          | 4,07   | 3,61   |
|              |                    | 200                          | 4,36   | 3,44   |
|              |                    | 250                          | 4,56   | 3,12   |
| Довіста      | 45                 | 150                          | 4,52   | 4,05   |
|              |                    | 200                          | 4,91   | 3,74   |
|              |                    | 250                          | 5,18   | 3,34   |
|              | 70                 | 150                          | 4,35   | 3,92   |
|              |                    | 200                          | 4,78   | 3,41   |
|              |                    | 250                          | 4,99   | 3,21   |

За сівби з шириною міжрядь 70 см цей показник становив 4,07– 4,56 млн.м<sup>2</sup>·днів /га у сорту та 4,35–4,99 млн. м<sup>2</sup>·днів /га у гібрида.

Збільшення густоти стояння рослин з 150 до 250 тис. шт./га як у сорту, так і гібриду сорго цукро-

вого сприяло підвищенню не тільки збільшенню площі листової поверхні, а і фотосинтетичного потенціалу на 9,6–14,7%.

Продуктивність площі посіву і фотосинтезу досягає максимуму в один і той же день, але продук-

тивність площі посіву з різною кількістю рослин на площі є зворотною величиною до продуктивності фотосинтезу рослини. Продуктивність фотосинтезу протягом вегетації може змінюватись від 2 до 25 г/м<sup>2</sup> за добу. На початку вегетації рослин спостерігається поступове наростання продуктивності фотосинтезу досягаючи максимуму (приблизно на 65–70 день після появи сходів), потім відбувається досить швидке її зниження. Слід зазначити, що за досягнення максимуму фотосинтезу відбувається найбільший приріст сухої маси рослин [21].

Збільшення густоти стояння рослин сорго цукрового з 150 до 250 тис. шт./га впливало на зменшення чистої продуктивності фотосинтезу та деякого його підвищення при звуженні міжрядь з 70 до 45 см. Так, на варіанті з шириною міжрядь 45 см вона коливалась у межах 3,22–3,81 г/м<sup>2</sup> за добу у

сорго цукрового сорту Силосне 42, та 3,34–4,05 г/м<sup>2</sup> за добу у гібриду Довіста. За сівби сорго цукрового з шириною міжрядь 70 см чиста продуктивність фотосинтезу становила 3,12–3,61 г/м<sup>2</sup> за добу у сорту, та 3,21–3,92 г/м<sup>2</sup> за добу у гібриду.

Найінтенсивніше водоспоживання у рослин сорго (58,1%) спостерігається протягом 35 діб у період між фазами вихід у трубку–цвітіння і залежить як від ширини міжрядь, так і густоти їх стояння [13].

Отримані результати сумарного водоспоживання сорго цукрового за вегетацію показують, що більш економні витрати води на формування біомаси сорго цукрового були на варіантах з шириною міжрядь 70 см, на що вказують показники коефіцієнтів водоспоживання 59,6–62,1 у сорту та 56,2–57,4 м<sup>3</sup>/т у гібриду (табл. 4).

**Таблиця 4. Вологозабезпеченість та водоспоживання рослин сорго цукрового залежно від ширини міжрядь та густоти рослин, (середнє за 2012 – 2016 рр.)**

| Сорт, гібрид       | Ширина міжрядь, см | Густота стояння, тис. шт./га | Сумарна вологозабезпеченість, мм | Запаси вологи у фазу воскової стиглості зерна (0–100 см), мм | Загальні витрати вологи за період вегетації, мм | Коефіцієнт водоспоживання, м <sup>3</sup> /т |
|--------------------|--------------------|------------------------------|----------------------------------|--|---|--|
| Силосне 42         | 45                 | 150                          | 512,3                            | 115,4  | 396,9   | 62,2   |
|                    |                    | 200                          | 514,6                            | 108,2  | 406,4   | 60,7   |
|                    |                    | 250                          | 521,7                            | 100,3  | 421,4   | 59,8   |
|                    | 70                 | 150                          | 492,5                            | 120,3  | 372,2   | 62,1   |
|                    |                    | 200                          | 495,4                            | 114,5  | 380,9   | 60,5   |
|                    |                    | 250                          | 501,2                            | 108,2  | 393,0   | 59,6   |
| Довіста            | 45                 | 150                          | 524,5                            | 104,5  | 420,0   | 57,7   |
|                    |                    | 200                          | 530,1                            | 94,3   | 435,8   | 57,3   |
|                    |                    | 250                          | 537,5                            | 88,6   | 448,9   | 56,3   |
|                    | 70                 | 150                          | 506,8                            | 111,5  | 395,3   | 57,4   |
|                    |                    | 200                          | 513,4                            | 103,5  | 409,9   | 57,0   |
|                    |                    | 250                          | 519,8                            | 97,4   | 422,4   | 56,2   |
| НІР <sub>0,5</sub> |                    |                              | 5,1                              | 7,2  | 9,3   | 1,4  |

Але слід відмітити недостовірну різницю за цим показником між варіантами з шириною міжрядь 70 і 45 см (НІР<sub>0,5</sub>=1,4). За ширини міжрядь 45 загальні витрати вологи за період вегетації становили 396,9–448,9 мм а за ширини міжрядь 70 см – 372,2–422,4 мм. Коефіцієнт водоспоживання становив відповідно 56,3–62,2 і 56,2–62,1 м<sup>3</sup>/т.

При загущенні посівів з 150 до 250 тис. шт/га у сорту та гібриду сорго цукрового спостерігається зменшення коефіцієнту водоспоживання на 3,5–8,7% залежно від ширини міжрядь.

У гібриду Довіста сумарна вологозабезпеченість становила 519,8–537,5 мм а коефіцієнт водоспоживання 56,2–57,7 м<sup>3</sup>/т, що відповідно на 2,4–

4,2% вище та 5,6–7,3% менше ніж у сорту Силосне 42.

У дослідженнях Л. Сторожик та І. Сергеевої [22] проведеними у Східному Лісостепу сумарне водоспоживання та його коефіцієнт залежали як від ширини міжрядь, так і густоти стояння рослин. Врожайність вегетативної маси за ширини міжрядь 70 см була на 4,6–6,2 т/га сухої речовини – на 0,49–0,55 т/га більшими, ніж за ширини міжрядь 45 см.

Між запасами вологи у фазу воскової стиглості зерна і урожайністю зеленої маси існує висока обернена пропорційна залежність  $r=0,88-0,91$  (табл. 5.).

**Таблиця 5. Кореляційні взаємозв'язки між показниками вологозабезпечення і водоспоживання та урожайністю зеленої маси сорго цукрового**

| Сорт, гібрид | Сумарна вологозабезпеченість | Запаси вологи у фазу воскової стиглості зерна | Загальні витрати вологи за вегетацію |
|--------------|------------------------------|---|--------------------------------------|
| Силосне 42   | 0,85                         | -0,91   | 0,86                                 |
| Довіста      | 0,91                         | -0,88   | 0,90                                 |

Між сумарною вологозабезпеченістю, загальними витратами вологи за вегетацію і урожайністю зеленої маси відмічена висока кореляційна залежність  $r=0,85-0,91$  та  $r=0,86-0,90$ . Деяко вищими кореляційні зв'язки були у гібрида Довіста, порівняно з сортом Силосне 42.

**Висновки.** За оптимальної площі живлення рослин сорго цукрового умови для їх росту і розвитку є сприятливішими, а волога та поживні речовини – більш доступними, що відповідно і впливає на загальну продуктивність культури. Відмічено тенденцію до підвищення польової схожості при зростанні густоти стояння рослин з 150 до

250 тис. шт./га та збільшені ширини міжрядь з 45 до 70 см у досліджуваного сорту та гібриду.

Збільшення густоти стояння рослин від 150 до 250 тис. шт./га та звуження міжрядь з 70 до 45 см, впливає на зменшення діаметру стебла і коефіцієнту куціння та зростання висоти рослин. Максимальні показники площі листової поверхні, фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу спостерігались у фазу «цвітіння волоті» у гібриду Довіста на варіантах з шириною міжрядь 45 см та густотою стояння рослин 250 тис. шт./га і становили 59,3 тис. м<sup>2</sup>/га, 5,18 млн. м<sup>2</sup>×днів /га та 3,34 г/м<sup>2</sup> за добу.

При загущенні посівів з 150 до 250 тис. шт/га та збільшені ширини міжрядь з 45 до 70 см у сорго цукрового спостерігається зменшення коефіцієнту водоспоживання на 1,2–8,7%. Між сумарною вологозабезпеченістю, загальними витратами вологи за вегетацію і урожайністю зеленої маси відмічена висока кореляційна залежність  $r=0,85-0,91$  та  $r=0,86-0,90$ .

Гібрид Довіста характеризується вищими показниками польової схожості, висоти рослин, діаметру стебла, коефіцієнту куціння, площі листової поверхні та меншими коефіцієнтами водоспоживання порівняно з сортом Силосне 42.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Sweet sorghum as a biofuel crop: Where are we now? / B. V. S. Reddy, P. S. Rao, A. A. Kumar, P. S. Reddy, P. Rao, K. K. Sharma, M. Blummel / In Sixth Winrock International Workshop on Biofuels, 2009. – p. 1–13.
- Farre I. Comparative response of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) to deficit irrigation in a Mediterranean environment. / I. Farre, J. M. Faci / *Agric. Water Manage.* 2006. – №83. – p. 135–143.
- Лунгу В. Рекомендації по оптимізації питательних режимов почв при возделывании сахарного сорго, предназначенного для производства возобновляемых энергоресурсов / В. Лунгу / *Chisinau: Pontos*, 2009. – 36 с.
- Каражбей Г. М. Продуктивність сорго звичайного двокольорового (*Sorghumbicolor* L.) залежно від рівня мінерального живлення та густоти стояння. / Г. М. Каражбей, С. В. Тегун / *Зб. наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН*. 2012. – №14. – С. 67–70.
- Ethredge W. J. Row spacing and plant population effects on yield components of soybean / W. J. Ethredge, D. A. Ashley, J. M. Woodruff / *Agronomy Journal*, 1988. – № 81(6). – p.947–951.
- Gemtos T. A. Wheat establishment after cotton with minimal tillage / T. A. Gemtos, St. Galanopoulou, Chr. Kavalaris / *European Journal of Agronomy*, 1997. – №8. – p.137–147.
- Nitrogen response and water use efficiency of sweet sorghum cultivars / G. L. Sawargaonkar, M. D. Patil, S. P. Wani, E. Pavani, B. Reddy, S. Marimuthu / *Field Crops Research*, 2013. – №149. – p. 245–251.
- Kaushik M. K. Effect of row spacing, nitrogen and weed control on growth, yield and nutrient uptake of sorghum / M. K. Kaushik, M. S. Shaktawat / *Indian Journal of Agronomy*. – 2005. – №50 (2). – №140–142.
- Broadhead D. M. Stalk and sugar yield of sweet sorghum as affected by spacing / D. M. Broadhead, K. C. Freeman // *Agronomy Journal*. – 1980. – Vol. 72, No. 3. – pp. 523–524.
- Малиновская Е. В. Влияние плотности посева и межгенотипической конкуренции на продуктивность зернового сорго / Е. В. Малиновская, Я. А. Гулов / *Кукуруза и сорго: Научно-производственный журнал*. – М.: 2006. – №2. – С. 23–24.
- Пащенко Ю. М. Густота стояння рослин гібридів сорго в умовах північного Степу України / Ю. М. Пащенко, А. Л. Андрієнко / *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2003. – № 20–25. – С. 17–25.
- Шепель Н. А. Сорго / Н. А. Шепель. – Волгоград, 1994. – 448 с.
- Герасименко Л. А. Вплив густоти стояння рослин на ріст, розвиток та врожайність сорго цукрового / Л. А. Герасименко // *Агробіологія*. – 2011. – Вип. 6. – С. 48–50.
- Герасименко Л. А. Вплив густоти стояння рослин на фотосинтетичну продуктивність агрофітоценозів сорго цукрового / Л. А. Герасименко, Ю. В. Федорук // *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. – 2017. – № 3. – С. 52–58.
- Шукис С. К. Влияние норм высева и способов посева на урожайность и качество семян сорговых культур / С. К. Шукис, Е. р. Шукис // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2009. – №11. – С. 5–10.
- Методика проведення дослідів з кормовиробництва / Під ред. А. О. Бабича – Вінниця, 1994. – 87 с.
- Основи наукових досліджень в агрономії / [В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко, П. В. Костогриз]; під ред. В. О. Єщенка. – К.: Дія. – 2005. – 288 с.
- Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А. А. Ничипорович, Л. Е. Строганова, М. П. Власова. – М.: АН СССР, 1961. – 137 с.
- Сторожик Л. І. Різноманітність насіння сорго цукрового за розмірами та властивостями / Л. І. Сторожик // *Стан та перспективи формування сортових рослинних ресурсів в Україні : матер. 1 Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченій 10-й річниці від Дня утворення Українського інституту експертизи сортів (11–13 липня 2012 р., Київ)*. – Кам'янець-Подільський : ПП «Медобори–2006», 2012. – С. 163.
- Хромяк В. М. Оптимальная густота стояния растений / В. М. Хромяк // *Кукуруза и сорго*. – 1986. – № 1. – С. 24.
- Курило В. Л. Залежність фотосинтетичної здатності сорго цукрового (*Sorghum saccharatum* Pers.) від його сортових особливостей та норм мінерального живлення / В. Л. Курило, Н. О. Григоренко, О. О. Марчук // *Сортовивчення та сортознавство*. – 2012. – № 2. – С. 38–41.
- Storozhyk L. Influence of density of standing of plants of sweet sorghum on yield formation and accounting accumulation of water-soluble sugar / L. Storozhyk, I. Sergejeva // *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. пр. – К. : ФОРМ Корзун Д. Ю., 2013. – Вип. 18. – С. 80–83.*

**REFERENCES**

1. Reddy, B. V. S., Rao, P. S., Kumar, A. A., Reddy, P. S., Rao, P., & Sharma, K. K. et al. (2009). Sweet sorghum as a biofuel crop: Where are we now? In Sixth Winrock International Workshop on Biofuels, 1–13 [in English].
2. Farre, I., & Faci, J. M. (2006). Comparative response of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) to deficit irrigation in a Mediterranean environment. *Agric. Water Manage.*, 83, 135–143 [in English].
3. Lungu, V. (2009). *Rekomendatsii po optimizatsii pitatel'nykh rezhimov pochv pri vzdelyvanii sakharnogo sorgho, prednaznachennogo dlya proizvodstva vozobnovlyaemykh energoresursov* [Recommendations for optimization of soil nutrient regimes in the cultivation of sweet sorghum for the production of renewable energy]. Moldova: Pontos [in Russian].
4. Karazhbei, H. M., & Tehun, S.V. (2012). Produktivnost' sorho zvychnoho dvokolorovoho (*Sorghumbicolor* L.) zalezno vid rivniamineralnogo zhyvlennia ta hustoty stoiannia [Sorghum yield of ordinary double-colored (*Sorghumbicolor* L.) depending on the level of mineral nutrition and planting density]. Zbirnik nauchykh prat' institutu bioenergetiznuh kul'tur i tsukrovuh buryakiv – Scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, 14, 67–70 [in Ukrainian].
5. Ethredge, W. J., Ashley, D. A., & Woodruff, J. M. (1988). Row spacing and plant population effects on yield components of soybean. *Agronomy Journal*, 81(6), 947–951 [in English].
6. Gemtos, T. A., Galanopoulou, St., & Kavalaris, Chr. (1997). Wheat establishment after cotton with minimal tillage. *European Journal of Agronomy*, 8, 137–147 [in English].
7. Sawargaonkar, G.L., Patil, D., Wani, S.P., Pavani, E., Reddy, B., & Marimuthu, S. (2013). Nitrogen response and water use efficiency of sweet sorghum cultivars. *Field Crops Research*, 149, 245–251 [in English].
8. Kaushik, M.K., & Shaktawat, M.S. (2005). Effect of row spacing, nitrogen and weed control on growth, yield and nutrient uptake of sorghum. *Indian Journal of Agronomy*, 50 (2), 140–142 [in English].
9. Broadhead, D.M., & Freemman, K.C. (1980). Stalk and sugar yield of sweet sorghum as affected by spacing. *Agronomy Journal*, Vol. 72, 3, 523–524 [in English].
10. Malinovskaya, E.V., & Gulov, Ya.A. (2006). Vliyanie plotnosti poseva i mezhenotipicheskoy konkurentsii na produktivnost' zernovogo sorgho [Effect of seed density and inter-genotypic competition on the productivity of grain sorghum]. *Kukuruzha i sorgho – Corn and sorghum*, 2, 23–24 [in Russian].
11. Pashchenko, Yu.M., & Andriienko, A.L. (2003). Hustota stoiannia Roslyn hibrydiv sorho v umovakh pivnichnogo Stepu Ukrainy [Plant density of hybrids of sorghum in the conditions of the northern steppe of Ukraine]. *Biuletyn Instytutu zernovoho hospodarstva – Bulletin of the Institute of Grain Economy*, 20, 17–25 [in Ukrainian].
12. Shepel', N.A. (1994). *Sorgo [Sorgo]*. Volgograd: Pravda [in Russian].
13. Herasymenko, L.A. (2011). Vplyv hustotystoiannia roslyn na rist, rozvytok ta vrozhaunist sorho tsukrovoho [Influence of plant density on growth, development and yield of sorghum sweet]. *Agrobiologiya – Agrobology*, 6, 48–50 [in Ukrainian].
14. Herasymenko, L.A., & Fedoruk, Yu.V. (2017). Vplyv hustoty stoiannia Roslyn na fotosyntetychnu produktyvnist ahrofitotsenoziv sorhot tsukrovoho [Plants density effects on photosynthesis performance of sugar sorgho agrophytocoenoses]. *Naukovi dopovidi natsional'nogo universiteta bioursursov i prirodokoristuvanna Ukrainy – Scientific reports of nules of Ukraine*, 3, 12–23 [in Ukrainian].
15. Shukis, S. K., & Shukis, E. R. (2009). Vliyanie norm vyseva isposobov poseva na urozhaynost' i kachestvo semyan sorgovykh kul'tur [Influence of seeding rates and methods of sowing on yield and quality of seeds of sorghum crops]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Herald of the Altai State Agrarian University*, 11, 5–10 [in Russian].
16. Babych, A.O. (Eds.). (1994). *Metodyka provedenia doslidiv z kormovyrobnytstva* [The method of conducting experiments on fodder production]. Vinnytsia: Teziz [in Ukrainian].
17. Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.H., Opryshko, V.P., & Kostohryz, P.V. (2005). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii* [Fundamentals of research in agronomy]. Kiev: Dia [in Ukrainian].
18. Nychyporovych, A.A., Strohanova, L.E., & Vlasova, M.P. (1961). *Fotosyntetycheskaya deyatel'nost' rasteniy v posevakh* [Photosynthetic activity of plants in crops]. Moscow: Academy of Sciences USSR [in Russian].
19. Storozhyk, L.I. (2012). Riznoykist' nassinya sorgho tsukrovogo sa rosmiramu ta vlastuvostyamu [Variety of sugar sorghum seeds in size and properties] Proceedings from Stan ta perspektyvy formuvannja sortovyh roslynnyh resursiv v Ukraini '12: *Mizhnarodnaia nauково-praktychnoi konferencii* (11-13 lupna 2012 hoda) – International Scientific and Practical Conference. Kamyanets-Podilsky: PP Medoboru [in Ukrainian].
20. Khromyak, V.M. (1986). Optymal'naya hustota stoyannya rasteniy [The optimum plant density]. *Kukuruzha i sorgho – Corn and sorghum*, 1, 24 [in Russian].
21. Kurylo, V.L., Hryhorenko, N.O., & Marchuk, O.O. (2012). Zalezhnist' fotosyntetychnoyi zdatnosti sorho tsukrovoho (*Sorghum saccharatum* Pers.) vid yoho sortovykh osoblyvostey ta norm mineral'nogo zhyvlennia [The dependence of photosynthetic ability of sugar sorghum (*Sorghum saccharatum* Pers.) from its varietal characteristics and mineral nutrition standards]. *Sortovivchenya i sortoznavstvo – Plant varieties studying and protection*, 2, 38–41 [in Ukrainian].
22. Storozhyk, L., & Sergejeva, I. (2013). Influence of density of standing of plants of sweet sorghum on yield formation and accounting accumulation of water-soluble sugar. *Scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 18, 80–83 [in Ukrainian].