

Formation of sugar sorgho productivity under the influence of sowing terms

M.B. Grabovskiy, T.O. Grabovskaya, L.A. Kozak, O.S. Gorodetskiy, L.V. Bohatyr

Bila Tserkva National Agrarian University

pl. 8/1 Soborna, Bila Tserkva, Kyivska oblast, 09117 Ukraine

E-mail: nikgr1977@gmail.com, grabovskatatiana@gmail.com, kozakl@i.ua, o.gor@ukr.net, mila.bogatyr@gmail.com

Submitted: 26.10.2017. Accepted: 06.12.2017

The scientifically based choice of sowing terms for sorghum depends on the climatic conditions, type, state and humidity of the soil, biological characteristics of varieties and hybrids, the economic purpose of sowing, rate of positive temperatures growth. The purpose of the research was to determine the effect of sowing terms on the growth, development and the yield of green mass of sugar sorghum. In the experiment, the variety of sugar sorghum Silosne 42 and the hybrid Dovista were sown in three terms when the soil temperatures at the depth of seeding were: I – 6–8 °C, II – 8–10 °C, III – 10–12 °C. Biometric indexes of sugar sorghum depended both on sowing terms and varietal characteristics. The plants most intensively developed and formed the above-ground mass in a variant where the soil temperature at the depth of seeding was 10–12 °C, and plants height was 151.7 and 193.7 cm in the period of flowering – respectively in the Silosne 42 variety and the Dovista hybrid. The highest indexes of the leaf area (51.87 and 57.25 thousand m²/ha), photosynthetic potential (4.26 and 4.32 million m²×days/ha) and the net productivity of photosynthesis (3.50 and 3.54 g/m² per day) of sugar sorghum were on varieties, sown when the soil temperature at the depth of seeding was 10–12 °C, respectively in the Silosne 42 variety and the Dovista hybrid. It was noted that the increase in the surface of leaf area and the duration of vegetation result in higher photosynthetic potential and, consequently, the growth of the green mass yield. Maximum indexes of pure productivity of photosynthesis are observed in the flowering period, that is, during the period of the most intense growth of the above-ground mass and the leaf surface of sugar sorghum. From the flag leaf stage until flowering stage there is an intense growth in sugar sorghum, and increment of green mass is 57.3–78.6% compared with the growing point differentiation stage. The sorghum biomass indexes had the highest values at all stages of the third sowing term. Increment of the green mass continues to the hard dough stage, while dry matter grows throughout the growing period. The highest yield of the green and dry mass of the Silosne 42 variety and the Dovista hybrid is observed in the hard dough stage, when the soil temperature at the depth of seeding was 10–12 °C – 74.8 and 17.4 t/ha and 83.7 and 20.2 t/ha. The Dovista hybrid prevailed on the yield of the green mass on 9.8–12.7% and dry matter on 4.5–7.8% than the Silosne 42 variety.

Key words: sugar sorghum; sowing terms; plant height; surface of leaf area; green mass; dry matter; yield

Формування продуктивності сорго цукрового під впливом строків сівби

М.Б. Грабовський, Т.О. Грабовська, Л.А. Козак, О.С. Городецький, Л.В. Богатир

Білоцерківський національний аграрний університет

площа Соборна 8/1, м. Біла церква, Київська область, Україна

E-mail: nikgr1977@gmail.com, grabovskatatiana@gmail.com, kozakl@i.ua, o.gor@ukr.net, mila.bogatyr@gmail.com

Науково-обґрунтований вибір строків сівби сорго, залежить від ґрунтово-кліматичних умов, стану ґрунту, його вологості, біологічних особливостей сортів та гібридів, господарського призначення сівби, темпів наростання позитивних температур. Метою досліджень було встановити вплив строків сівби на ріст, розвиток і врожайність зеленої маси сорго цукрового. В досліді вивчали сорт сорго цукрового Силосне 42 та гібрид Довіста які висівали в три строки, за температури ґрунту на глибині загортання насіння: I – 6-8 °C, II – 8-10 °C, III – 10-12 °C. Біометричні показники рослин сорго цукрового залежали як від строків сівби, так і сортових особливостей. Найбільш інтенсивно рослини розвивались та формували надземну масу на варіанті з сівбою при температурі ґрунту на глибині загортання насіння 10-12°C, висота їх становила у період цвітіння волотей – 151,7 і 193,7 см відповідно у сорту Силосне 42 та гібриду Довіста. Найвищі показники площі листової поверхні (51,87 і 57,25 тис.м²/га), фотосинтетичного потенціалу (4,26 і 4,32 млн. м²×днів/га) та чистої продуктивності фотосинтезу (3,50 і 3,54 г/м² за добу) сорго цукрового були на варіантах висіяних за температури ґрунту на глибині загортання насіння 10–12°C, відповідно у сорту Силосне 42 та гібриду Довіста. Відмічено, що підвищення площі листової поверхні та тривалості вегетації, зумовлює отриманню вищих показників фотосинтетичного потенціалу і відповідно зростанню врожайності зеленої маси. Максимальні показники чистої продуктивності фотосинтезу спостерігаються в міжфазний період викидання волоті-цвітіння, тобто в період найбільш інтенсивного наростання надземної маси і листової поверхні сорго цукрового. Від періоду виходу в трубку до викидання волоті у сорго цукрового спостерігається інтенсивний ріст і приріст зеленої маси становить 57,3–78,6% порівняно з фазою кущіння. На всіх етапах за третього строку сівби показники біомаси сорго цукрового мали найвищі значення. Приріст зеленої маси продовжується до воскової стиглості зерна, а суха речовина нарастає протягом всього вегетаційного періоду. Найвища врожайність зеленої та сухої маси сорту Силосне 42 та гібриду Довіста сорго цукрового спостерігається, у фазу воскової стиглості зерна, за сівби при температурі ґрунту на глибині загортання насіння 10-12°C – 74,8 та 17,4 т/га і 83,7 та 20,2 т/га. Гібрид Довіста переважав за урожайністю зеленої маси сорт Силосне 42 на 9,8-12,7% а за збором сухої речовини на 4,5-7,8%.

Ключові слова: сорго цукрове; строки сівби; висота рослин; площа листової поверхні; зелена маса; суха речовина; урожайність

Вступ

Збільшення врожайності є одним з найбільш важливих критеріїв при вирощуванні сільськогосподарських культур. Правильний підбір сортів та гібридів та вибір строків сівби для умов конкретного господарства в поєднанні із сучасними технологіями дозволяє підвищити врожайність і стабілізувати виробництво відповідної продукції (Rudnik-Ivashchenko, Storozhik, 2011).

Сорго (*Sorghum bicolor*) – одна з п'яти найважливіших в світі зернових культур, що забезпечує харчування людей, корми для тварин та сировину для промислового використання. Сорго, має ряд унікальних особливостей: високоефективний фотосинтез типу C4, ефективне використання вологи та високу толерантність до стресу (посухостійкість, жаростійкість, можливість вирощування на ґрунтах з низькою родючістю) (Taylor et al., 2010). Завдяки цим унікальним особливостям, сорго є однією з перспективних сировинних матеріалів для біоенергетичного виробництва (Calviño, 2012). Цукрове сорго має стебло з великою кількістю неструктурних вуглеводів (переважно цукрів: сахарози, глюкози та фруктози) (Xin, Wang, 2011). Завдяки високому вмісту цукру в рослинах, цукрове сорго вирощують для отримання кормів, сиропів, патоки, цукрів та виробництва етанолу (Bian et al., 2006). При вирощуванні на корм, сорго використовує приблизно на 30% менше води, ніж кукурудза, а також йому необхідно менше азотних добрив на формування тієї ж кількості врожаю (Miron et al., 2005).

Висока температура є основним фактором, що впливає на продуктивність багатьох диких і культурних рослин. Багато видів сільськогосподарських культур тропічного та субтропічного походження чутливі до високих температур в діапазоні від 30°C до 55 °C (Kirpnis, Solomon, 2005). Проте, сорго менш толерантне до високих температур в порівнянні з кукурудзою. Ріст, розвиток та продуктивність сорго цукрового під впливом високих температур залежить від ряду факторів. Вони включають тривалість впливу як високої, так і низької температури, фазу росту рослини під час температурного стресу та адаптаційні властивості конкретного сорту або гібриду сорго цукрового.

Негативний вплив низьких температур на проростання насіння проявляється з найбільшою силою в той період, коли проростки максимально подовжуються, але ще не досягли поверхні ґрунту. Хоча проростання насіння сорго цукрового може відбуватися при температурі нижче 10 °C, поява сходів може затримуватися. Для оптимального проростання насіння і появи сходів сівбу слід проводити коли середньодобова температура ґрунту на глибині 5 см досягне 15,6 °C за останні п'ять діб (Wilson, Eastin, 1982). Якщо сівбу в прохолодних умовах та на вологих ґрунтах не можливо відкласти необхідно використовувати для захисту насіння відповідні фунгіциди (Wosnitza, Hartmann, 2012). При температурі ґрунту 9–12 °C поява сходів сорго відбувається через 16 днів, 15–19 °C – через 9 днів, 20–25 °C – 5,5 діб, 28–26 °C – 6 діб і 29–34 °C – через 5 діб (Chamarthy et al., 2012).

У вологі й холодні весни, а також на тяжких за механічним складом і сильно засмічених ґрунтах більш пізні строки сівби мають незаперечні переваги порівняно з ранніми, які в цих випадках дають зріжені сходи та пригнічуються бур'янами (Kadyrov S.V. et al., 2008).

Біологічна суттєвість правильно встановлених строків сівби, як засобу отримання високих урожаїв біомаси, полягає в
Ukrainian Journal of Ecology, 7(4), 2017

створенні оптимальних умов для проходження всіх етапів органогенезу. Науково-обґрунтований вибір строків сівби сорго, залежить від ґрунтово-кліматичних умов, стану ґрунту, його вологості, біологічних особливостей сортів та гібридів, господарського призначення сівби, темпів наростання позитивних температур (Kassam, Andrews, 1975).

Метою наших досліджень було встановити вплив строків сівби на ріст, розвиток і врожайність зеленої маси сорго цукрового.

Матеріал і методи досліджень

Полеві 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.

Дослід проводили за наступною схемою: Фактор А. Сорт та гібрид сорго цукрового: Силосне 42 і Довіста; Фактор В. Строки сівби за температури ґрунту на глибині загортання насіння: I – 6-8 °С, II – 8-10 °С, III – 10-12 °С. Дослід закладався за методом систематичних повторювань: в кожному повторенні варіанти дослідів розміщувалися по ділянках послідовно. Повторюваність дослідів – триразова. Агротехніка в досліді відповідала загальноприйнятій для центрального Лісостепу України.

Методичною основою експериментальних досліджень були “Методика проведення дослідів з кормовиробництва” (Babusch, 1994), “Основи наукових досліджень в агрономії” (Yeshchenko, V. O., 2005). Облік урожайності з облікових ділянок проводили шляхом зважування зеленої маси з кожної ділянки з наступним перерахунком її на гектар. Математичну обробку одержаних результатів проводили за методикою дисперсійного аналізу, достовірність різниці між середніми дослідних варіантів і контролем оцінювали за критерієм Стюдента.

Результати та їх обговорення

Темпи росту і розвитку рослин сорго цукрового в онтогенезі дають можливість своєчасно впливати на процес формування високої продуктивності культури. Швидкість росту і розвитку рослин мають пряму залежність із кількістю доступної вологи та температурним режимом, тому безпосередньо залежать від строків сівби.

За даними наших спостережень рослини сорго цукрового на початку вегетації (до фази виходу в трубку) повільно формували надземну масу, в цей період відбувається активний розвиток кореневої системи. Рослини третього строку сівби розвивались за більш сприятливих умов і формували біомасу масу швидко протягом всього вегетаційного періоду порівняно з першим та другим строками сівби. Висота рослин на цьому варіанті знаходиться в межах: у період виходу в трубку 58,7 і 60,8 см; у період цвітіння волотей – 151,7 і 193,7 см; фазу воскової стиглості зерна – 249,7 і 294,6 см, відповідно у сорту Силосне 42 та гібриду Довіста (рис. 1).

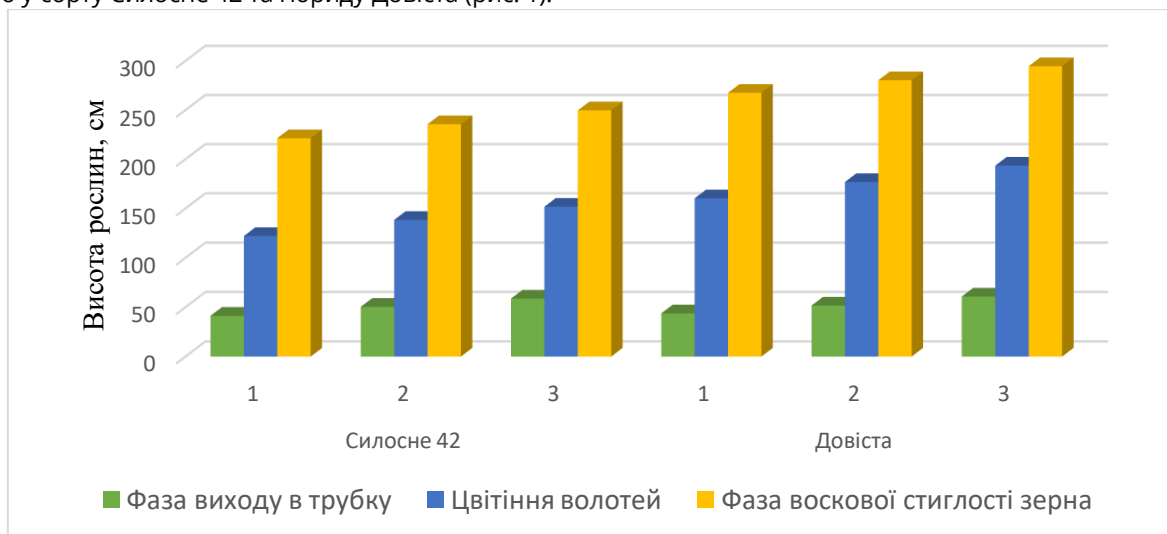


Рис. 1. Динаміка зміни висоти рослин сорго цукрового залежно від строків сівби, см (середнє за 2012-2016 рр.) Строк сівби за температури ґрунту на глибині загортання насіння: I – 6-8°C, II – 8-10°C, III – 10-12°C.

У варіантах першого строку сівби висота рослин була найменшою і становила наприкінці вегетації 221,4 і 267,8 см. В умовах меншої суми ефективних температур, за першого строку сівби, інтенсивність формування кореневої системи та надземної маси рослинами сорго цукрового знижувалась порівняно з більш пізнішими строками.

Фотосинтетична діяльність рослин має важливе значення, адже сприяє підвищенню продуктивності посівів сорго цукрового, яка значною мірою залежить від площі листової поверхні. Саме це забезпечує основне збільшення збору біомаси і органічної речовини.

Площа листків – це досить мобільний показник фотосинтетичної діяльності рослин, який дуже змінюється під дією умов вологозабезпеченості, температурного режиму, мінерального живлення та інших агротехнічних прийомів вирощування (Rudnik-Ivashchenko, Storozhik, 2011). Найвищі показники площі листової поверхні (51,87 і 57,25 тис.м²/га), фотосинтетичного потенціалу (4,26 і 4,32 млн. м²×днів/га) та чистої продуктивності фотосинтезу (3,50 і 3,54 г/м² за добу) сорго цукрового були на варіантах висіяних за температури ґрунту на глибині загортання насіння 10-12°C, відповідно у сорту Силосне 42 та гібриду Довіста (табл. 1).

Таблиця 1. Продуктивність фотосинтезу посівів сорго цукрового залежно від строків сівби, (середнє за 2012-2016 рр.)

Сорт, гібрид	Строки сівби*	Площа листкової поверхні у фазу цвітіння, тис.м ² /га	Фотосинтетичний потенціал, млн. м ² хднів /га	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м ² за добу
Силосне 42	I	42,34	4,17	3,42
	II	46,76	4,24	3,47
	III	51,87	4,29	3,54
Довіста	I	47,62	4,23	3,48
	II	50,90	4,30	3,52
	III	57,25	4,37	3,59

*Температура ґрунту на глибині загортання насіння I – 6-8°C, II – 8-10°C, III – 10-12°C

За другого і першого строків сівби спостерігається зменшення на 9,9–16,8% площі листкової поверхні, на 1,2–3,2% фотосинтетичного потенціалу і на 1,9–3,4% чистої продуктивності фотосинтезу. Це пояснюється дефіцитом тепла за першого і другого строків сівби, тоді як за третього рослини сорго цукрового були краще забезпечені теплом і вологою та основними факторами життєдіяльності рослин.

Таким чином ранні строки сівби насіння сорго цукрового призводять до зменшення площі листкової поверхні рослин сорго цукрового порівняно з третім строком сівби, коли температура ґрунту становить 10-12 °C. Відмічено, що підвищення площі листкової поверхні та тривалості вегетації, зумовлює отриманню вищих показників фотосинтетичного потенціалу і відповідно зростанню врожайності зеленої маси. Максимальні показники чистої продуктивності фотосинтезу спостерігаються в міжфазний період викидання волоті-цвітіння, тобто в період найбільш інтенсивного наростання надземної маси і листкової поверхні сорго цукрового.

Характерна біологічна особливість соргових культур – повільний ріст у перший період розвитку (до виходу в трубку-стеблуння). Тільки після утворення міцної кореневої системи рослини сорго приступають до більш інтенсивного росту і накопиченню більшої вегетативної маси (Anda, Pinter, 1994). Результати наших спостережень за динамікою наростання маси у рослин сорго цукрового залежно від строків сівби підтверджують це положення. Так, в період куцїння – вихід у трубку накопичення зеленої маси, залежно від строків сівби, становило у сорту Силосне 42 – 18,1–26,4 т/га а у гібриду Довіста – 20,2– 27,4 т/га (табл. 2).

Таблиця 2. Динаміка наростання біомаси рослин сорго цукрового залежно від строків сівби, т/га, (середнє за 2012-2016 рр.)

Сорт, гібрид	Строки сівби	Період росту та розвитку рослин			
		куцїння-вихід в трубку	вихід в трубку-стеблуння	стеблуння-викидання волоті	воскова стиглість зерна
Силосне 42	I	18,1	45,3	56,5	67,2
	II	20,3	52,1	61,2	71,9
	III	26,4	57,5	66,7	74,8
Довіста	I	20,2	51,6	62,3	75,6
	II	23,5	57,8	68,0	79,6
	III	27,4	62,7	72,6	83,7
HIP ₀₅	A	2,8	2,6	2,7	2,9
	B	3,3	3,2	3,0	3,4
	AB	5,2	5,0	4,9	5,3

Слід відмітити, в цей період, відсутність достовірної різниці за цим показником як між строками сівби, так і між гібридами (HIP₀₅ для строків сівби 3,3, для гібридів 2,8).

Як зазначає в своїх дослідженнях (Kurilo, Gerasimenko, 2012) від цвітіння до воскової стиглості зерна приріст біомаси зменшується відповідно до строків сівби. Це пояснюється тим, що строки сівби впливають не тільки на генотип рослин, а й на ріст, розвиток, формування врожаю і його якість.

Починаючи від періоду виходу в трубку до викидання волоті у рослин сорго цукрового спостерігається інтенсивний ріст і приріст їх маси становить 57,3–78,6% порівняно з першим періодом визначення. На всіх етапах за третього строку сівби показники біомаси сорго цукрового мали найвищі значення. Приріст зеленої маси продовжується до

воскової стиглості зерна, а суха речовина наростає протягом всього вегетаційного періоду.

Формування біомаси сорго цукрового залежно від строків сівби відбувається під впливом факторів зовнішнього середовища та окремих елементів вирощування. Достатня кількість опадів та тепла в сприятливій за гідротермічним режимом роки, сприяли отриманню великої кількості вегетативної маси сорго цукрового, яка різнилась залежно від різних строків сівби. В середньому за п'ять роки найбільша врожайність зеленої маси сорго цукрового була у варіанті третього строку сівби – 74,8 і 83,7 т/га, менша – у другому 71,9 і 79,6 т/га і мінімальна – у першому – 67,2 і 83,7 т/га, відповідно у сорту Силосне 42 та гібриду Довіста (табл. 3).

Таблиця 3. Урожайність зеленої маси сорго цукрового у фазу воскової стиглості зерна, залежно від строків сівби, т/га, (середнє за 2012-2016 рр.)

Сорт, гібрид	Строки сівби	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2016 р.	Середнє
Силосне 42	I	64,0	71,2	75,8	45,9	79,2	67,2
	II	69,9	76,8	78,7	50,3	83,7	71,9
	III	73,1	78,9	81,5	52,6	87,8	74,8
Довіста	I	72,8	81,3	84,0	51,4	88,3	75,6
	II	77,0	85,5	86,3	58,0	91,0	79,6
	III	82,6	88,1	90,6	62,4	94,6	83,7

НІР₀₅(середнє за 5 років): А – 2,9; В – 3,1; АВ – 5,2 т/га

По роках досліджень вищою продуктивність сорго цукрового була у 2014 і 2016 рр. (ГТК вегетаційного періоду 1,54 і 1,80), мінімальною у 2015 р. (ГТК=0,57). Зменшення урожайності зеленої маси в 2015 р. становило 35,6–44,7% порівняно з більш сприятливими роками. Урожайність зеленої маси гібриду Довіста була вищою на 7,7–8,9 т/га ніж у сорту Силосне 42.

У листках рослин вміст сухої речовини значно вищий ніж у стеблах, це пояснюється тим, що листки рослин виконують функції фотосинтезу, транспірації та газообміну. Тобто в хлоропластах енергія світла перетворюється на енергію хімічних зв'язків і як побічний продукт виділяється кисень. А у стеблах головними функціями є: утримання листя на світлі, транспорт рідин між корінням і пагонами в ксилемі і флоемі, зберігання поживних речовин (Wilson, Eastin, 1982). До періоду викидання волоті накопичення сухої маси відбувається повільно, а в період цвітіння та воскової стиглості зерна – найбільш інтенсивно.

Найбільший вміст сухої речовини у вегетативних органах спостерігався у варіанті третього строку сівби. В середньому вміст сухої речовини у листках за першого строку сівби був меншим на 19,1% за другого строку – на 11,6 % порівняно з третім строком сівби. У стеблах вміст сухої речовини також був вищим у період воскової стиглості зерна за третього строку сівби насіння сорго цукрового на 17,7 і 6,8% ніж за першого та другого строків (табл. 4.).

Таблиця 4. Вміст сухої речовини у окремих органах сорго цукрового за різних строків сівби у фазу воскової стиглості зерна, %, (середнє за 2012-2016 рр.)

Сорт, гібрид	Строки сівби	Вміст сухої речовини, %		Збір сухої речовини, т/га
		у листках	у стеблах	
Силосне 42	I	25,4	18,3	14,6
	II	27,8	20,6	16,2
	III	31,5	22,1	17,4
Довіста	I	27,6	19,3	16,9
	II	30,1	22,0	18,8
	III	34,0	23,6	20,2

Вміст сухої речовини у фазу воскової стиглості зерна у листках був на 7,1–10,4% більшим ніж у стеблах. Гібрид Довіста у порівнянні із сортом Силосне 42 має вищий потенціал продуктивності. Рослини гібрида здатні швидко формувати вагому листову поверхню і високий фотосинтетичний потенціал, звідси підвищується продуктивність фотосинтезу і зростають темпи накопичення сухої речовини. Гібрид Довіста переважав за вмістом сухої речовини сорт Силосне 42 на 1,0–2,5% а за збором сухої речовини на 2,3–2,8 т/га.

Висновки

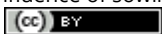
Біометричні показники рослин сорго цукрового залежали як від строків сівби, так і сортових особливостей. Найбільш інтенсивно рослини розвивались та формували надземну масу на варіанті з сівбою при температурі ґрунту на глибині загортання насіння 10-12°C, висота їх становила у період цвітіння волотей – 151,7 і 193,7 см відповідно у сорту Силосне 42 та гібриду Довіста. За рахунок сприятливих ґрунтово-кліматичних умов рослини третього строку сівби формували більшу площу листової поверхні у період цвітіння волоті – 51,87 і 57,25 тис.м²/га, максимальні показники фотосинтетичного потенціалу (4,26 і 4,32 млн. м²×днів/га) та чистої продуктивності фотосинтезу (3,50 і 3,54 г/м² за добу), відповідно у сорту та гібриду. Зростання площі листової поверхні, зумовлює отриманню вищих показників фотосинтетичного потенціалу і відповідно підвищення врожайності зеленої маси. Найвища врожайність зеленої та сухої маси сорту Силосне 42 та гібриду Довіста сорго цукрового спостерігається, у фазу воскової стиглості зерна, за сівби при температурі ґрунту на глибині загортання насіння 10-12°C –74,8 та 17,4 т/га і 83,7 та 20,2 т/га. Гібрид Довіста переважав за урожайністю зеленої маси сорт Силосне 42 на 9,8-12,7% а за збором сухої речовини на 4,5-7,8%.

References

- Anda, A., Pinter, L. (1994). Sorghum germination and development as influenced by soil temperature water content. *Agron J*, 86(4), 621–624.
- Babych, A. O. (Ed.). (1994). The method of conducting experiments on fodder production. Vinnytsia. (in Ukrainian)
- Bian, Y., Yazaki, Y., Inoue, M., Cai, H. (2006). QTLs for Sugar Content of Stalk in Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Agricultural Sciences of China*, 5(10), 736-744. [http://doi:10.1016/S1671-2927\(06\)60118-1](http://doi:10.1016/S1671-2927(06)60118-1)
- Calviño, M., Messing, J. (2012). Sweet Sorghum as a Model System for Bioenergy Crops. *Current Opinion Biotechnology*, 23(3), 323-329. <http://doi:10.1016/j.copbio.2011.12.002>
- Chamarthy, V., Ratnavathi, S.R.K., Bathula, S., Vijay, K., Dasari, G.K. and Jagannath, V.P. (2012) Effect of Time of Planting on Cane Yield and Quality Characters in Sweet Sorghum. *Journal of Sustainable Bioenergy Systems*, 2, 1-9. <http://dx.doi.org/10.4236/jsbs.2012.21001>
- Kadyrov, S.V., Fedorov, V.A., Bolshakov, A.Z. (2008). Sorgho. Rostov on the Don: Rostisdad (in Russian)
- Kassam, A., Andrews, D. (1975). Effects of Sowing Date on growth, development and yield of spotsensitive sorghum at Samaru, Northern Nigeria. *Exp. Agr*, 11(3), 227–240
- Kurilo, V.L., Gerasimenko, L.A. (2012). Productivity of sugar sorghum for the production of biofuels depending on the timing of seed and the depth of seeding. *Sugar beets*, 1, 14-15.
- Miron, J., Zuckerman, E., Sadeh, D., Adin, G., Nikbachat, M., Yosef, E., Ben-Ghedalia, D., Carmi, A., Kipnis, T., Solomon, R. (2005) Yield, Composition and in Vitro Digestibility of New Forage Sorghum Varieties and Their Ensilage Characteristics. *Animal Feed Science and Technology*, 120, 17-32. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.01.008>
- Rudnik-Ivashchenko, O.I., Storozhik, L.I. (2011) Status and prospects of sorghum crops in Ukraine. *Bulletin of Agroindustrial Production of Kharkiv Region*, 10, 198-206. (in Ukrainian)
- Taylor, S.H., Hulme, S.P., Rees, M., Ripley, B., Woodward, F.I., Osborne, C.P. (2010). Ecophysiological Traits in C3 and C4 Grasses: A Phylogenetically Controlled Screening Experiment. *New Phytologist*, 185(3), 780-791. <http://doi:10.1111/j.1469-8137.2009.03102.x>
- Wilson, G.L., Eastin, J.D. (1982) The Plant and Its Environment. Sorghum in the Eighties: Proceedings of the International Symposium on Sorghum, Patancheru.
- Wosnitza, A., Hartmann, S. (2012) Determination of Region-Specific Data of Yield and Quality of Alternatives to Silage Maize in Fodder Crops: Field Trials with Forage Grass and Clover Grass Mixtures, Sorghum as well as Whole Plant Silage of Grain. Proceedings International Conference on the German Diabrotica Research Program, Berlin.
- Xin, Z., Wang, M.L. (2011). Sorghum as a Versatile Feedstock for Bioenergy Production. *Biofuels*, 2(5), 577-588. <http://doi:10.4155/bfs.11.125>
- Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.H., Opryshko, V.P., Kostohryz, P.V. (2005). Basic research in agronomy. Kyiv: Diia. (in Ukrainian)

Citation:

Grabovskiy, M.B., Grabovskaya, T.O., Kozak, L.A., Gorodetskiy, O.S., Bohatyr, L.V. (2017). Formation of sugar sorgho productivity under the influence of sowing terms. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(4), 500–505.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0. License