

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

ДАВИДЕНКО СТАНІСЛАВ ЮРІЙОВИЧ

УДК: 633.17:631.527.5:631.5(477.7)

ДИСЕРТАЦІЯ

**УПРАВЛІННЯ ЗЕРНОВОЮ ПРОДУКТИВНІСТЮ ТА ЯКІСТЮ ЗЕРНА
СОРГО У ПІВНІЧНО-СХІДНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ**

201 «Агрономія»

20 «Аграрні науки та продовольство»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ С.Ю. Давиденко

Науковий керівник: Рожков Артур Олександрович, доктор сільськогосподарських наук, професор

Харків – 2023

АНОТАЦІЯ

Давиденко С.Ю. Управління зерною продуктивністю та якістю зерна сорго у Північно-східному Степу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії з агрономії. Державний біотехнологічний університет, Харків, 2023.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне обґрунтування і результати трирічних досліджень щодо визначення впливу різних сполучень норми висіву насіння з шириною міжрядь, а також застосування сучасного стимулятора росту Вегестиму на ріст, розвиток і продуктивність рослин, урожайність та якість зерна гібридів сорго зернового різних груп стиглості – Сват, Юкі, Іггор і Флагг в умовах Північно-східного Степу України. Аналіз сучасного стану виробництва зерна сорго в Україні свідчить про недостатній рівень реалізації генетичного потенціалу цієї культури. Причиною цього є значні порушення технологічних регламентів вирощування в тому числі тих, які визначають площу живлення рослин і її форму, а отже – регламентують конкуренцію між рослинами в агрофітоценозах. Крім того, значним, не використаним джерелом підвищення продуктивності рослин та врожайності посівів сорго є застосування високоефективних стимуляторів росту.

Різні сполучення норми висіву з шириною міжрядь впливали на тривалість окремих фенофаз росту рослин сорго зернового. Загальною закономірністю було скорочення тривалості міжфазних періодів сходи-кущіння, цвітіння-м'яке зерно і фази трубкування (на 1–2 доби) та подовження фази викидання волоті (на 1–2 доби) за умови підвищення норми висіву і розширення міжрядь. Тривалість цих фаз і міжфазних періодів була фактично однаковою у межах варіантів сполучення норм висіву насіння 100 і 140 тис. шт./га з міжряддями 35 і 45 см.

Збереженість рослин сорго зазнавала значних змін за впливу норми висіву та ширини міжрядь. Загущення посівів і розширення міжрядь призводили до її зниження. Так, у варіантах поєднання норми висіву насіння 100 тис. шт./га з міжряддями 35 см збереженість рослин гібридів Сват і Флагг становила 65,7 і 65,8 % відповідно, а у варіантах поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з

міжряддями 70 см – 63,5 і 62,7 %. Різниці між збереженістю рослин на варіантах з міжряддями 35 і 45 см фактично не було.

В усі фази росту та розвитку повітряно-суха маса однієї рослини сорго гібридів Сват і Флагг не зазнавала істотних змін у межах поєднання норм висіву насіння від 100 до 180 тис. шт./га з міжряддями 35 см та норми висіву насіння 100 і 140 тис. шт./га з міжряддями 45 см.

Індекс листової поверхні посівів сорго найвищим був на варіантах з міжряддями 35 см. З їх розширенням до 70 см він зменшувався в середньому на 10 %. Площа листя однієї рослини в усі фази найбільшою була у варіантах поєднання норми висіву насіння 100 тис. шт./га з міжряддями 35 і 45 см. Вплив норми висіву на мінливість площі однієї рослини від фази кушіння до фази досягання зростає. Так, під час кушіння, з її підвищенням від 100 до 220 тис. шт./га, площа листя однієї рослини в середньому знижувалася на 20 %, під час виходу в трубку на 29 % і під час досягання зерна майже на 39 %.

Найвищий сумарний фотосинтетичний потенціал посівів сорго гібридів Флагг і Сват був у варіанті поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см – 4285,7 і 3978,9 тис. м² діб/га відповідно. Порівняно з варіантом поєднання норми висіву насіння 180 тис. шт./га з міжряддям 35 см, сумарний ФПП цих гібридів зростає на 10 і 11 % відповідно. З розширенням міжрядь від 35 до 70 см сумарний ФПП гібридів сорго Флагг і Сват у середньому знижувався на 442,6 і 306,6 тис. м² діб/га (14 і 10 %) відповідно.

У середньому за вегетацію чиста продуктивність фотосинтезу вищою була на варіантах сполучення норм висіву насіння 100 і 140 тис. шт./га з міжряддями 35 і 45 см. Так, на посівах сорго гібридів Сват і Флагг, на цих варіантах вона в середньому становила 3,42–3,46 і 3,69–3,76 г/м²·добу відповідно. Найменшим цей показник був у варіантах поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 70 см – 2,99 г/м²·добу в гібриду Сват і 3,20 г/м²·добу – в гібриду Флагг. Різниця між середніми за вегетацію показниками ЧПФ на варіантах з міжряддями 35 і 45 см була не істотною.

Кількість і маса зерна з волоті обох систем стебел найвищою була у варіантах поєднання норми висіву насіння 100 тис. шт./га з міжряддям 35 см. Маса зерен з волоті головного стебла гібридів Сват і Флагг у цьому варіанті становила 41,5 і 48,6 г відповідно, з бічного – 32,9 і 41,9 г. Обробка насіння і проведення двох підживлень Вегестимом забезпечувало істотне підвищення маси зерна з головних і бічних волотей сорго. У цьому варіанті, в гібридів Іггор, Юкі, Сват і Флагг маса зерна з волоті головного стебла становила 43,1, 39,3, 41,4 і 43,4 г відповідно, з бічного – 34,2, 29,8, 30,9 і 35,9 г.

Біологічна врожайність зерна гібридів Сват і Флагг найвищою була у варіанті поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см – 5,96 і 7,46 т/га відповідно проте, вона істотно не відрізнялася від варіантів з нормою висіву насіння 180 тис. шт./га. Крім того, біологічна врожайність зерна бічної системи стебел найвищою була на варіантах з висівом 180 тис. нас./га – 2,23 і 3,08 т/га відповідно. У другому досліді вищу біологічну врожайність зерна отримали у варіанті передпосівної обробки насіння і двох позакорневих підживлень Вегестимом – 6,62 т/га в гібриду Флагг і 5,86 т/га в гібриду Сват.

Найвищу врожайність гібридів сорго Флагг і Сват отримали за поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см – 6,47 і 5,19 т/га відповідно. Разом з тим, урожайність у цьому варіанті істотно не відрізнялася від варіанта з нормою висіву насіння 180 тис. шт./га. У другому досліді найвища врожайність зерна гібридів сорго була у варіанті проведення обробки насіння та двох підживлень – на початку трубкування та викидання волоті. У середньому за роками врожайність зерна гібридів Сват, Юкі, Іггор і Флагг у цьому варіанті становила 5,24 т/га, 4,61, 5,42 і 5,86 т/га відповідно.

Найвищий збір сирого протеїну і крохмалю з гектара відмічено на посівах гібриду Флагг у варіантах поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см. Разом з тим, різниця між цими показниками порівняно з варіантом сполучення норми висіву насіння 180 тис. нас./га з міжряддями 35 см не перевищувала 3 %. Застосування Вегестиму для обробки насіння і двох підживлень, забезпечувало отримання найбільшого збору протеїну та крохмалю з

гектара. Найбільший збір протеїну відмічено в гібриду Іггор – 0,714 т/га, а крохмалю в гібриду Флагг – 4,38 т/га.

За комплексом показників економічної ефективності перевагу мали варіанти поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см. Прибуток у цьому варіанті на посівах гібридів Сват і Флагг становив 8205 і 14951 грн./га відповідно. На варіантах з міжряддям 45 см прибуток і рентабельність за висіву 180 і 220 тис. нас./га були фактично однакові. Енергетична ефективність вирощування найвищою була також у варіантах поєднання висіву 220 тис. нас./га з міжряддями 35 см. Коефіцієнт енергетичної ефективності у цьому варіанті на посівах гібридів Флагг і Сват становив 2,61 і 2,10, енергетична собівартість – 5,8 і 7,2 ГДж/га відповідно.

Комплексне застосування стимулятора росту Вегестиму (передпосівна обробка насіння і два позакореневі підживлення на початку трубкування та викидання волоті) показало високу економічну ефективність. Найвищий прибуток (11510 грн./га) і рентабельність (55,6 %) у цьому варіанті відмічені у середньораннього гібриду Флагг. Серед ранньостиглих гібридів перевагу за економічною ефективністю вирощування мав гібрид Сват, що зумовлено його вищою врожайністю зерна і меншими витратами на вирощування.

Різниця за показниками біоенергетичної ефективності досліджуваних гібридів сорго зернового різних груп стиглості між варіантами де посіви обробляли Вегестимом двічі (на початку трубкування і викидання волоті) та варіантом де цей продукт вносили тільки на початку трубкування була в межах 2–4 %. Крім того, у сприятливому 2021 р., проведення двох позакореневих підживлень Вегестимом з біоенергетичної точки зору було на одному рівні з варіантом разового внесення цього продукту на початку трубкування.

Ключові слова: сорго зернове, ширина міжрядь, норма висіву насіння, гібрид, стимулятор росту, позакореневі підживлення, обробка насіння.

ANNOTATION

Davydenko S.Yu. Management of grain productivity and quality of sorghum grain in the Northeast Steppe. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for the Doctor of Philosophy degree in agronomy. State University of Biotechnology, Kharkiv, 2023.

The dissertation provides a theoretical justification and the results of three-year research on determining the impact of various combinations of seed sowing rate and row width, as well as use of the modern growth stimulator Vegestim on the growth, development and productivity of plants, yield and grain quality of grain sorghum hybrids of different maturity groups – Swat, Yuki, Igor and Flagg on the condition of the North-Eastern Steppe of Ukraine. An analysis of the current state of sorghum grain production in Ukraine indicates an insufficient level of realization of the genetic potential of this crop. The reason for this is significant violations of the technological regulations of cultivation, including those that determine the area of plants in agrophytocenoses. In addition, a significant untapped source of increasing plant productivity and yield of sorghum crops is the use of highly effective growth stimulants.

Different combination of seeding rate and row width affected the duration of individual phenophases of growth and development of grain sorghum plants. The general regularity was a reduction in the duration of the interphase period of seedling-trubbing, flowering-milk ripeness and the phase of emergence into the tube (by one to two days) and the extension of the panicle ejection phase under the condition of increasing the sowing rate and widening the rows. The duration of these interphase periods was actually the same within the options for combining seed sowing rates of 100 and 140 th. seeds/ha with 35 and 45 cm row spacing.

The preservation of sorghum plants underwent significant changes under the influence of seeding rate and row spacing. The thickening of crops and the expansion of row spacing led to its decrease. Thus, in the variants for combining the seed sowing rate of 100 th. seeds/ha with 35 cm row spacing, the survival of plants of Swat and Flagg hybrids was 65,7 and 65,8 %, respectively, and in the variants of the combination of the seed sowing rate of 220 th. seeds/ha with row spacings of 70 cm – 63,5 and 62,7 %. The

was actually no difference between the preservation of plants on the variants with 35 and 45 cm row spacing.

In all phases of growth the air-dry mass of one sorghum plant of Swat and Flagg hybrids did not undergo significant changes within the combination of seed sowing rates from 100 to 180 th. seeds/ha with 35 cm row spacing and seed sowing rates of 100 and 140 th. seeds/ha with row spacing of 45 cm.

The index of the leaf surface of sorghum crops was the highest on variants with 35 cm row spacing. With their expansion to 70 cm, it decreased by an average of 10 %. The leaf area of one plant in all phases was the largest in the variants of combining the seed sowing rate of 100 th. seeds/ha with row spacing of 35 and 45 cm. The influence of the sowing rate on the variability of the area of one plant from the tillering phase to the ripening phase increased. Thus, during tillering, with its increase from 100 to 220 th. seeds/ha, the leaf area of one plant decreased on by 20 %, during tube emergence by 29 % and during grain ripening by almost 39 %.

The highest total photosynthetic potential of sorghum crops of Flagg and Swat hybrids was in the option of combining the sowing rate of 220 th. seeds/ha with 35 cm row spacing – 4285,7 and 3978,9 th. m² days/ha. Compared to the option of combining the seed sowing rate of 180 th. seeds/ha with a row spacing of 35 cm, the total PPC of these hybrids increased by 10 and 11 %, respectively. With the expansion of the row spacing from 35 to 70 cm, the total PPC of Flagg and Swat sorghum hybrids decreased on average by 442,6 and 306,6 th. m² days/ha.

On average during the growing season, the net productivity of photosynthesis was the highest in the options for combining seed sowing rates of 100 and 140 thousand seeds/ha with row spacing of 35 and 45 cm. Thus, in the sorghum plantings of the Swat and Flagg hybrids, in these options it averaged 3,42–3,46 and 3,69–3,76 g/m²·day, respectively. This indicator was the lowest in the variants of the combination of the seed sowing rate of 220 th. seeds/ha with 70 cm row spacing – 2,99 g/m²·day in the Swat hybrid and 3,20 g/m²·day in the Flagg hybrid. The difference between the average parameters of NPP for the growing season on variants with 35 and 45 cm row spacing was not significant.

The number and mass of grain from the stem of both stem systems was the highest in the variants of combining the seed sowing rate of 100 th. seeds/ha with a row spacing of 35 cm. The mass of grains from the main stem of the Swat and Flagg hybrids in this variant was 41,5 and 48,6 g respectively, from the side – 32,9 and 41,9 g. Seed treatment and two feedings with Vegestim ensured a significant increase in the mass of grain from the main and side panicles of sorghum. In this variant, in the hybrids Iggor, Yuki, Swat and Flagg, the mass of grain from the main stem was 43,1, 39,3, 41,4 and 43,4 g respectively, from the side – 34,2, 29,8, 30,9 and 35,9 g.

The biological grain yield of Swat and Flagg hybrids was the highest in the option of combining the sowing rate of 220 th. seeds/ha with 35 cm row spacing – 5,96 and 7,46 t/ha respectively, however, it did not significantly differ from the option with the rate of 180 th. seeds/ha. In addition, the biological yield of grain of the lateral system of the stems was the highest in the variants with sowing of 180 th. seeds/ha – 2,23 and 3,08 t/ha. In the second experiment, a higher biological grain yield was obtained in the variant of seed treatment and two feedings with Vegestim – 6,62 t/ha in the Flagg hybrid and 5,86 t/ha in the Swat hybrid.

The highest yields of Flagg and Swat sorghum hybrids were obtained for the combination of the seed sowing rate of 220 th. seeds/ha with 35 cm row spacing – 6,47 and 5,19 t/ha respectively. At the same time, the yield in the option did not differ significantly from the option with a seed sowing rate of 180 th. seeds/ha. In the second experiment, the highest grain yield of sorghum hybrids was obtained in the variant of seed treatment and two feedings – at the beginning of tuberization and panicle shedding. On average over the years, the grain yield of Swat, Yuki, Iggor and Flagg hybrids in this variant was 5,24 t/ha, 4,61, 5,42 and 5,86 t/ha.

The highest collection of crude protein and starch per hectare was noted on the Flagg hybrid crops in the variants of the combination of the sowing rate of 220 th. seeds/ha with the row spacing of 35 cm. However, the difference between these indicators compared to the combination of the sowing rate of 180 th. seeds/ha with row spacing of 35 cm did not exceed 3 %. The use of Vegestim for seed treatment and two top dressings provided the largest collection of protein and starch per hectare. The

largest collection of protein was noted in the Iggor hybrid – 0,714 t/ha, and starch in the Flagg hybrid – 4,38 t/ha.

According to the set of indicators of economic efficiency, the option of combining the seed sowing rate of 220 th. seeds/ha with 35 cm row spacing were preferred. The profit in this option on sowing hybrids Swat and Flagg was 8,205 and 14,951 UNH/ha respectively. On variants with a row spacing of 45 cm, profit and profitability for sowing 180 and 220 th. seeds/ha were practically the same. The energy efficiency of cultivation was also the highest in the variants of combining the seeding rate of 220 th. seeds/ha with 35 cm row spacing. The coefficient of energy efficiency in this variant on the sowing of Flagg and Swat hybrids was 2,61 and 2,10, the energy prime cost was 5,8 and 7,2 GJ/ha respectively.

The complex application of the Vegesrim growth stimulator (pre-sowing seed treatment and two foliar feedings) showed high economic efficiency. The highest profit (11510 UNH/ha) and profitability (55,6 %) in this variant were noted for the mid-early hybrid Flagg. Among the early-ripening hybrids, the Swat hybrid had the advantage in terms of economic efficiency of cultivation, due to its higher grain yield and lower cultivation costs.

The difference in the bioenergetic efficiency indicators of the investigated grain sorghum hybrids of different maturity groups between the options where the crops were treated with Vegestim twice (at the beginning of tuberting and throwing out panicles) and the option where this product was applied only at the beginning of tuberization was within 2–4 %.

In addition, in the favorable year of 2021, carrying out two foliar feedings with Vegestim from a bioenergetic point of view was on the same level as the point of a single application of this product at the beginning of tuber growth.

Key word: grain sorghum, row width, seed sowing rate, hybrid, growth stimulant, foliar feeding, seed treatment.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Наукові праці, в яких опубліковано основні результати дисертації:

1.1 Статті в журналах, що індексуються у наукометричних базах SCOPUS та Web of Science:

1. **Davydenko S., Rozhkov A., Karpuk L., Popov S., & Mykhailyn V.** Elements of plant productivity and biological yield capacity of grain sorghum hybrids depending on the inter-row width and seed sowing rate. *Scientific Horizons*. 2022. № 25(6). P. 55–64. (Здобувачем було опрацьовано літературні джерела та виконано експериментальну частину, також проаналізовано одержані результати і написано статтю).

1.2 Публікації у наукових фахових виданнях України:

2. Рожков А.О., **Давиденко С.Ю.** Польова схожість насіння і виживаність рослин сорго зернового залежно від ширини міжрядь та норми висіву насіння. *Вісник ХНАУ: Сер. «Рослинництво, селекція і насінництво, плодо-овочівництво»*. 2020. № 1–2. С. 73–84. (Здобувачем було опрацьовано літературні джерела та виконано експериментальну частину, також проаналізовано одержані результати і написано статтю).

3. **Давиденко С.Ю.** Урожайність зерна гібридів сорго зернового різних груп стиглості за впливу норми висіву насіння та ширини міжрядь у Північному Степу України. *Агробіологія*. 2022. № 2(174). С. 27–36.

4. **Давиденко С.Ю., Рожков А.О.** Урожайність зерна сорго за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестим у Північному Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. № 1 (104). С. 18–29. (Здобувачем було опрацьовано літературні джерела та виконано експериментальну частину, також проаналізовано одержані результати і написано статтю).

2. Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

5. **Давиденко С.Ю., Рожков А.О.** Збереженість рослин сорго зернового залежно від ширини міжрядь та норми висіву насіння. Матеріали підсумкової наукової конференції професорсько-викладацького складу і здобувачів наукових ступенів 18–19 травня 2021 р. Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва. 2021. Ч. 1. С. 61–62.
6. **Давиденко С.Ю.** Площа листя посівів сорго зернового за різних міжрядь та норми висіву насіння в Північному Степу України. Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва: матеріали VI-ї Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої ювілейним річницям професорів О.М. Можейка, В.В. Милого, Ю.В. Будьонного, І.І. Назаренка. 29–30 листопада, Державний біотехнологічний університет. 2022. С. 97–100.
7. **Давиденко С.Ю., Рожков А.О.** Фотосинтетичний потенціал посівів сорго зернового залежно від ширини міжрядь та норми висіву. *Modern science: innovations and prospects: proceedings of XII International Scientific and Practical Conference. August 21-23, Stockholm, Sweden. 2022. P. 10–16.*
8. **Давиденко С., Рожков А.** Зернова продуктивність волотей сорго за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестим у Північному Степу України. *Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій: матеріали XXIII міжнародного науково-практичного форуму. 4–6 жовтня, Львів. 2022. С. 207–210.*
9. **Рожков А.О., Давиденко С.Ю.** Біологічна врожайність зерна сорго зернового за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестим. *Modern development of science and the latest perspectives: proceedings of the XXXII International Scientific and Practical Conference. August 16–19, Vancouver, Canada. 2022. P. 27–33.*

ЗМІСТ

ВСТУП	14
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МАТЕРІАЛІВ ВІТЧИЗНЯНИХ І ЗАРУБІЖНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМАТИКОЮ	21
1.1. Роль сорго у вирішенні питання стабілізації валових зборів зерна....	21
1.2. Рекомендації науковців щодо вибору норми висіву насіння та ширини міжрядь при вирощуванні сорго зернового.....	28
1.3. Стимулятори росту рослин як додаткове джерело для повнішого розкриття генетичного потенціалу сорго зернового.....	35
РОЗДІЛ 2. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	45
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови.....	45
2.2. Погодні умови вегетації сорго в роки досліджень.....	46
2.3. Характеристика досліджуваних гібридів сорго зернового і стимулятора росту Вегестиму.....	52
2.4. Схеми дослідів, методика і програма досліджень.....	55
Висновки до розділу 2.....	61
РОЗДІЛ 3. РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ШИРИНИ МІЖРЯДЬ, НОРМИ ВИСІВУ НАСІННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ СТИМУЛЯТОРУ РОСТУ	62
3.1. Час настання та тривалість фенологічних фаз росту та розвитку гібридів сорго різних груп стиглості залежно від ширини міжрядь, норми висіву та варіантів застосування стимулятора росту.....	62
3.2. Польова схожість насіння, густина сходів та збереженість рослин гібридів сорго зернового різних груп стиглості в дослідях з вивчення впливу різних сполучень ширини міжрядь з нормою висіву насіння та варіантів застосування стимулятора росту Вегестиму.....	72
3.3. Динаміка лінійного росту рослин сорго зернового за впливу досліджуваних чинників.....	81

3.4. Вплив різних сполучень ширини міжрядь з нормою висіву на динаміку формування сирії і повітряно-сухої маси рослин сорго.....	87
3.5. Індекс листової поверхні, фотосинтетичний потенціал та чиста продуктивність фотосинтезу посівів сорго зернового за різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву насіння.....	96
Висновки до розділу 3.....	113
РОЗДІЛ 4. ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН І ПОСІВІВ СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗА ВПЛИВУ ДОСЛІДЖУВАНИХ ЧИННИКІВ.....	116
4.1. Структура врожаю сорго зернового різних груп стиглості у дослідях із вивчення різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву та різних варіантів застосування стимулятора росту.....	116
4.2. Урожайність зерна гібридів сорго зернового різних груп стиглості залежно від досліджуваних чинників і погодних умов.....	140
4.3. Якість зерна гібридів сорго різних груп стиглості.....	149
Висновки до розділу 4.....	156
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ ВАРІАНТІВ ДОСЛІДЖУВАНИХ ЧИННИКІВ.....	159
5.1. Економічна ефективність досліджуваних варіантів складових технологій вирощування сорго зернового.....	159
5.2. Біоенергетична оцінка застосування варіантів досліджуваних чинників при вирощуванні гібридів сорго зернового різних груп стиглості...	163
Висновки до розділу 5.....	168
ВИСНОВКИ.....	170
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	174
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	175
ДОДАТКИ.....	194

ВСТУП

Актуальність теми. Пріоритетним завданням агропромислового комплексу в умовах глобальних кліматичних змін, нестабільності цінової політики на засоби виробництва та вирощену продукцію, є отримання високих і сталих врожаїв зерна належної якості, що гарантуватиме продовольчу безпеку та економічну незалежність держави. Вирішення цього питання неможливе без розробки та впровадження у виробництво адаптованих технологій вирощування культур, здатних формувати високу і стабільну врожайність у районах недостатнього і нестійкого зволоження, які займають більшу частину території України.

Однією з кращих у цьому відношенні культур є сорго оскільки, поряд із здатністю легко переносити високі температури, високою посухо- та солевитривалістю воно, як за потенціалом врожайності, так і за спектром використання, переважає інші зернові культури.

Сорго характеризується невибагливістю до ґрунтів, що дає можливість вирощувати його на слабородючих ґрунтах. Разом із цим, незважаючи на ряд переваг, цій культурі поки приділяється недостатньо уваги з боку аграрних підприємств, основною причиною чого є дефіцит рекомендацій щодо його вирощування, що часто є причиною отримання низької врожайності.

Сорго зернове значно відрізняється від інших зернових культур як за морфологічними особливостями, так і за біологічними потребами, що вимагає детального вивчення впливу елементів технології вирощування, сполучень їх різних варіантів, які забезпечуватимуть більш повну реалізації генетичного потенціалу продуктивності рослин.

Вплив базисних елементів технологій вирощування на ріст, розвиток, формування продуктивності рослин та врожайність посівів сорго зернового у різних ґрунтово-кліматичних умовах досліджувався багатьма вітчизняними та зарубіжними вченими (А.В. Алабушев, Я.В. Алексеев, М.О. Бойко, В.В. Гамаюнова, В.Л. Курило, С.М. Каленська, Г.М. Каражбей, Б.Н. Малиновський, А.П. Самойленко, Л.А. Свиридова, Л.І. Сторожик, С.П. Танчик, М.І. Федорчук, А.В. Черенков, Н.А. Шепель, M.R. Gondal, I.D. Eastin, A.H. Mesfin, D.A. Charles-

Edwards, R.A. Ferraris та ін.). Разом з тим, враховуючи постійне впровадження у виробництво сучасних високопродуктивних сортів і гібридів цієї культури, що мають специфічні морфо-біологічні особливості, а також зростання ролі стимуляторів росту в технологіях вирощування польових культур, чимало питань потребує подальшого вивчення. Крім того, матеріалів досліджень щодо оптимізації елементів технології вирощування сорго зернового в умовах Північно-східного Степу України, зокрема норм висіву насіння, ширини міжрядь і застосування стимуляторів росту рослин для надання конкретних рекомендацій виробництву недостатньо. Проводилися лише поодинокі дослідження без комплексного підходу до вирішення цих питань.

Незважаючи на певні успіхи вирощування сорго зернового, в умовах Північно-східного Степу України потенціал цієї культури реалізований далеко не повністю. Для вирішення завдання підвищення врожайності сорго зернового потрібна подальша робота спрямована на розробку та вдосконалення складових елементів технології вирощування зокрема, на визначення впливу різних варіантів поєднання норми висіву насіння з шириною міжрядь сучасних гібридів різних груп стиглості, а також визначення підходів більш ефективного застосування стимуляторів росту рослин.

Таким чином, обрана тема дисертаційного дослідження з визначення реакції перспективних гібридів сорго зернового різних груп стиглості на різні норми висіву насіння, ширину міжрядь і застосування стимулятора росту в умовах Північно-східного Степу України є актуальною і має важливе наукове та практичне значення.

Зв'язок роботи з науковими програмами. Наукові розробки, наведені в дисертаційній роботі, були складовою частиною тематичного плану Харківського НАУ ім. В.В. Докучаєва і виконувалися в рамках ініціативної тематики НДР кафедри рослинництва: «Формування високопродуктивних посівів зернових, бобових, технічних, біоенергетичних культур, кормових і лікарських рослин» (р/№ 0117U004238), де автор дисертації приймав безпосередню участь. У рамках цієї тематики автором роботи було визначено й обґрунтовано основи росту,

розвитку, формування продуктивності, врожайність та якість зерна сучасних гібридів сорго зернового різних груп стиглості в ґрунтово-кліматичних мовах Північно-східного Степу України. Наведені в роботі результати досліджень, їх інтерпретація, аналіз і узагальнення показують шляхи удосконалення агротехніки вирощування цієї культури, які забезпечуватимуть підвищення рівня розкриття її генетичного потенціалу врожайності та якості зерна.

Мета і завдання досліджень. Мета досліджень полягала в науковому обґрунтуванні існуючих та розробленні нових ефективних прийомів підвищення врожайності зерна гібридів сорго різних груп стиглості з урахуванням впливу погодних умов і морфо-біотипу гібридів, шляхом визначення їх реакції на застосування різних варіантів поєднання норми висіву з шириною міжрядь та встановленні впливу і розробки алгоритму застосування сучасного стимулятора росту Вегестиму в погодних умовах Північно-східного Степу України.

Для досягнення поставленої мети програмою досліджень було передбачено вирішення наступних завдань:

- проаналізувати сучасний стан виробництва та подальші перспективи розширення посівних площ під сорго зерновим в Україні та світі;
- дослідити особливості росту та розвитку рослин досліджуваних гібридів сорго зернового залежно від норми висіву насіння, ширини міжрядь і різних варіантів застосування стимулятора росту рослин Вегестиму;
- визначити вплив норми висіву, ширини міжрядь і стимулятора росту Вегестиму для обробки насіння та проведення позакореневих підживлень на динаміку формування сухої біомаси рослин з одиниці площі та однієї рослини;
- встановити вплив всього комплексу досліджуваних чинників з урахуванням погодних умов на динаміку формування індексу листової поверхні, фотосинтетичний потенціал і чисту продуктивність фотосинтезу посівів гібридів сорго зернового різних груп стиглості;
- дослідити зміни діаметру головного стебла гібридів сорго зернового за різних варіантів поєднання норми висіву насіння і ширини міжрядь;

– визначити та проаналізувати показники індивідуальної продуктивності рослин, урожайність і якість зерна гібридів сорго різних груп стиглості за впливу досліджуваних чинників;

– провести економічну та біоенергетичну оцінку ефективності застосування різних варіантів поєднання норми висіву насіння з шириною міжрядь, а також проведення передпосівної обробки насіння і позакореневих підживлень сорго зернового різних груп стиглості стимулятором росту Вегестимом.

Об’єкт дослідження – порівняння гібридів сорго зернового, ширини міжрядь, норм висіву насіння, варіантів застосування стимулятора росту Вегестиму за досліджуваними показниками: схожістю насіння, збереженістю рослин; фенологічними спостереженнями; формуванням біометричних показників у динаміці росту та розвитку, фотосинтетичною діяльністю посівів, елементами продуктивності рослин, урожайністю та якістю зерна.

Предмет дослідження – сучасні високопродуктивні гібриди сорго зернового, досліджувані агрозаходи вирощування (норми висіву насіння, ширина міжрядь, передпосівна обробка насіння та позакореневі підживлення стимулятором росту Вегестимом) і їх комплексний вплив на рівень реалізації генетичного потенціалу продуктивності рослин, врожайність та якість зерна.

Методи дослідження: Під час проведення досліджень застосовували загальнонаукові (гіпотеза, аналіз, синтез, моделювання, аналогія й інші) та спеціальні методи досліджень. Серед спеціальних методів застосовували *польовий* і *лабораторний* методи – для визначення процесів росту та розвитку рослин, біометричних вимірювань, визначення та аналізу елементів індивідуальної продуктивності, врожайності зерна. Для визначення якісних показників зерна сорго (вмісту білка та крохмалю) використовували *біохімічний метод*. Для визначення вірогідності результатів, тісноти та напрямку зв’язку між досліджуваними показниками використовували поширені *статистичні методи* а саме: дисперсійний, кореляційний, регресійний, факторний. Оцінку показників економічної та біоенергетичної ефективності застосування досліджуваних варіантів проводили з використанням *порівняльно-розрахункового* методу.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в теоретичному обґрунтуванні та практичній оптимізації елементів технології вирощування сучасних гібридів сорго зернового різних груп стиглості, що сприяють формуванню вищої врожайності та якісних показників зерна цієї культури в умовах Північно-східного Степу України.

Уперше:

– доведено високу ефективність вирощування сорго зернового різних груп стиглості з урахуванням біокліматичного потенціалу району досліджень;

– досліджені та науково обґрунтовані оптимальні варіанти сполучення норми висіву насіння з шириною міжрядь для гібридів сорго зернового різних груп стиглості – Сват і Флагг;

– встановлено оптимальний алгоритм застосування стимулятора росту Вегестиму при вирощуванні гібридів сорго зернового різних груп стиглості – Сват, Юкі, Іггор, Флагг;

– досліджено особливості росту та розвитку, формування врожайності та якості зерна сучасних гібридів сорго зернового різних груп стиглості за комплексного впливу досліджуваних варіантів складових елементів технології вирощування та погодних умов;

– визначено потенціал біологічної продуктивності рослин та врожайності зерна посівів сорго зернового різних груп стиглості в умовах району проведення досліджень;

– встановлено кращі гібриди сорго зернового, що забезпечують отримання вищої врожайності та збір протеїну і крохмалю з гектара.

Удосконалено:

– технологію вирощування сорго зернового шляхом оптимізації густоти і розподілу рослин по площі живлення (кращих варіантів сполучення норми висіву та ширини міжрядь) та розробки алгоритму застосування стимулятора росту Вегестиму, який сприяє підвищенню врожайності та якості зерна.

Набули подальшого розвитку:

– наукові підходи розробки сортової технології вирощування сорго;

– питання управління процесами формування продуктивності рослин та врожайності зерна гібридів сорго зернового різних груп стиглості за комплексного впливу досліджуваних елементів агротехніки і погодних умов;

Практичне значення отриманих результатів полягає в обґрунтуванні, розробці та впровадженні у виробництво оптимізованих елементів технології вирощування гібридів сорго зернового різних груп стиглості, які забезпечують отримання врожайності зерна на рівні 6,0–7,0 т/га і високі показники економічної ефективності (прибуток до 15 тис. грн/га, рентабельність – до 70 %).

Результати досліджень впроваджено в 2021 р. на базі ФГ «ТАТЬЯНА ЛТД» Кремінського району Луганської області на площі 12,0 га, а також господарства ФОП «Шевченко С.В.» Сватівського району Луганської області на площі 16,0 га. Рекомендовані підходи удосконалення досліджуваних елементів технології вирощування, порівняно з прийнятими їх варіантами, забезпечили отримання врожайності зерна сорго на рівні 5,72 т/га у ФГ «ТАТЬЯНА ЛТД» і 4,78 т/га у ФОП «Шевченко С.В.». Прибавка врожайності порівняно з прийнятими варіантами досліджуваних елементів становила 0,65 т/га і 0,26 т/га відповідно.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційну роботу підготовлено автором самостійно. Разом з науковим керівником розроблено схематичні плани та програму досліджень. Проведено детальний аналіз наукових літературних джерел за тематикою дисертаційної роботи, проведено польові, лабораторні та виробничі дослідження, розраховано економічну та біоенергетичну ефективність застосування досліджуваних варіантів складових елементів технології вирощування, сформульовано загальні висновки та надано рекомендації виробництву.

Апробація результатів дисертації. Упродовж 2019–2022 рр. матеріали досліджень висвітлювалися й обговорювалися на засіданнях Вченої ради агрономічного факультету ХНАУ ім. В.В. Докучаєва (у 2021 р. реорганізовано в факультет агрономії і захисту рослин ДБТУ); підсумковій науковій конференції професорсько-викладацького складу і здобувачів наукових ступенів (м. Харків 18–19 травня, 2021 р.); XXXII-й Міжнародній науково-практичній конференції «Modern development of science and the latest perspectives» (Канада, м. Ванкувер,

16–19 серпня 2022 р.); XII-й Міжнародній науково-практичній конференції «Modern science: innovation and prospects» (Швеція, м. Стокгольм, 21–23 серпня 2022 р.); XXIII-му Міжнародному науково-практичному форумі «Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій» (м. Львів, 4–6 жовтня 2022 р.); VI-й Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва» присвяченій ювілейним річницям професорів О.М. Можейка, В.В. Милого, Ю.В. Будьонного, І.І. Назаренка (м. Харків, 29–30 листопада, 2022 р.).

Публікації. Основні результати дисертаційних досліджень опубліковано у 9-ти наукових працях, у тому числі: наукових фахових виданнях України – 3, зарубіжних фахових виданнях включених до міжнародної наукометричної бази Scopus – 1, тезах і матеріалах наукових конференцій – 5.

Структура та обсяг роботи. Матеріали дисертаційної роботи висвітлено на 240 сторінках. Вона складається з анотації, вступу, 5-ти розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел та 46 додатків. Робота містить 49 таблиць і 18 рисунків. Список використаних джерел включає 187 найменувань, зокрема 88 латиницею.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ МАТЕРІАЛІВ ВІТЧИЗНЯНИХ І ЗАРУБІЖНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМАТИКОЮ

1.1. Роль сорго у вирішенні питання стабілізації валових зборів зерна

Впродовж останніх десятиліть у всьому світі спостерігаються глобальні кліматичні зміни, які супроводжуються підвищенням температури і зменшенням кількості опадів. Не виключенням є і Україна. По всій території країни почастишали і стали більш тривалі бездошові періоди, що спричиняють ґрунтову і повітряну посухи, суховії, низьку вологість повітря. У степових районах вже не рідкісними є тривалі посухи з відсутністю опадів 100 днів і більше [158].

Негативні погодні прояви зазвичай супроводжуються зниженням родючості ґрунтів, а саме – втратою гумусу, зменшенням вмісту органічної речовини, зниження вмісту поживних елементів [110]. Такі умови змушують розробляти певні заходи для того, аби не допустити зменшення валового виробництва зерна. Одним із найважливіших кроків у цьому відношенні є поширення у виробництво посухо- і жаростійких культур, здатних формувати високі й сталі врожаї в нинішніх складних погодних реаліях [93].

Найбільш адаптованою до таких умов зерновою культурою є сорго зернове, яке є чи не єдиною зерновою культурою, яку можна успішно вирощувати в екстремальних умовах, завдяки її надвисокій посухо- і жаростійкості, солевитривалості, невимогливості до ґрунтів, стабільно високій урожайності, належній якості зерна та універсальності, яка полягає в можливості її використання в різних сферах промисловості [158, 175].

На формування одиниці сухої речовини сорго витрачає на 15–20 % води менше, ніж кукурудза. Якщо в ґрунті зберігається хоча б мінімальна кількість вологи, сорго продовжує свій ріст незважаючи на сильну жару, низьку вологість повітря та суховії. У разі якщо ґрунт повністю пересихає, рослини впадають у стан спокою, зупиняють ріст і розвиток, однак після дощу знову переходять до активної життєдіяльності [151, 171, 173].

Завдяки високій солевитривалості, сорго можна вирощувати на засолених і солонцюватих ґрунтах. Рослини сорго витримують підвищену концентрацію ґрунтового розчину (ростуть і розвиваються за концентрації солей до 0,8 %, навіть за вмісту хлоридів і сульфатів) і здатні запобігати вторинному засоленню [171]. Рослини здатні винести з ґрунту до 70 т/га солей [157].

Впродовж останніх років світова площа посіву сорго перевищує 70 млн га. За останні 50 років посівні площі під ним в світі зросли більш ніж на 60 %, а виробництво зерна майже на 250 %. Посівні площі сорго зростають щороку. Зокрема, в країнах ЄС площі під сорго щорічно зростають на 7,0 % [106].

За посівними площами сорго посідає п'яте місце у світі після пшениці, рису, кукурудзи та сої. Зерно сорго є основним продуктом харчування для 500 млн. населення планети і однією з найважливіших зернових культур в багатьох частинах східної і північної Африки [56].

У структурі посівних площ сорго переважає сорго зернове – біля 60 млн га. Посівні площі цієї культури найбільші в Азії – 49–50 % і Африці 32–33 %. Близько 15 % посівних площ сорго в Америці і до 3 % – в Європі. Лідерами за виробництвом зерна сорго в світі є Нігерія (10,5 млн т), Мексика (10,0 млн т), Індія (7,8 млн т), США (6,1 млн т), Судан (4,2 млн т), Китай (2,3 млн т), Аргентина (2,4 млн т) і Бразилія (1,9 млн т) [174, 178]. В Європі найбільшим виробником і експортером зерна сорго є Франція (близько 1,0 млн т щороку) [171].

У США сорго зернове найбільш поширене в посушливих штатах, де воно є основною культурою. Завдяки цьому в цих штатах розвинене тваринництво. Так, у штаті Техас, близько 80,0 % раціону ВРХ становить саме сорго [175].

На думку Ф. Гейджа [106], сорго є перспективною культурою для України. Завдяки посухостійкості, витривалості і невибагливості, його можна вирощувати в посушливих районах, площа яких щорічно загрозовано збільшується. У цих районах сорго, порівняно з кукурудзою, є більш оптимальним як з точки зору споживання води, так і з точки зору її випаровування. За даними аналітиків компанії Pro-Consulting, популярність сорго в Україні зростає настільки стрімко, що незабаром може перевести його в категорію стратегічних культур. Є навіть

прогнози збільшення в середньостроковій перспективі посівних площ під сорго до 1,5 млн га [171]. Ще в 2012 р. науковцями Інституту зернового господарства НААН України прогнозувалося збільшення посівних площ під сорго до 400 тис. га, однак цей прогноз не виправдався [162].

Найбільшими імпортерами українського зерна сорго є Іспанія, Італія та Польща. Також українське сорго купують Ізраїль та Туреччина. Маючи більш вигідне географічне розташування, ніж основні виробники цієї культури – Мексика, Аргентина та США, Україна має перспективи нарощування експорту сорго до основних споживачів цієї продукції – країн Близького Сходу та Африки. Перспективним для України є також китайський ринок сорго [171].

Найбільші посівні площі сорго зернового в Україні були в 2012 р. – майже 172 тис. га. Потім цей показник невпинно скорочувався і в останні роки посівна площа під цією культурою не перевищувала 50 тис. га. Наразі найбільші площі посіви сорго зернового в Дніпропетровській, Миколаївській, Черкаській, Херсонській, Кіровоградській та Одеській областях [171].

Основним струмуючим чинником недостатнього поки що інтересу до цієї культури з боку виробників є низька їх обізнаність в питаннях технології вирощування сорго, а також значні коливання рентабельності його вирощування. Водночас, беручи до уваги глобальні кліматичні зміни в Україні та світі і все більше зростання дефіциту опадів, українським аграріям просто не залишиться вибору як диверсифікувати своє виробництво і переходити на вирощування нових, посухо- та жаростійких культур, зокрема сорго [171].

Ксерофітність сорго зумовлена потужністю і вибірковою здатністю коренів та особливостями листової поверхні [107]. У фазі викидання волоті сорго здатне витримувати підвищення температури повітря до 40–45°C без будь-яких негативних наслідків [171]. Відмічається, що за певних обставин сорго може витримати підвищення температури навіть до 50–55 °C. Для прикладу, для кукурудзи температура понад 40 °C вже є критичною [116].

Ці біологічні особливості сорго дозволяють формувати високі врожаї зерна в умовах значного дефіциту вологи на слабородючих ґрунтах [138]. Зокрема, за

даними державних сортовипробувальних станцій АР Крим, Одеської, Херсонської і Миколаївської областей, врожаї зерна сорго перевищували врожаї кукурудзи на 19–58 % у богарних умовах і на 14–15 % – на зрошенні [173].

Вже у перші фази росту і розвитку коренева система рослин сорго активно розростається, значно випереджаючи в рості надземну масу. При цьому інтенсивно функціонують всі три типи коренів: зародкові (первинні), вузлові (вторинні) і повітряні, які утворюються у фазі стеблуння з нижніх надземних вузлів стебла. Вузлові корені сорго мають здатність пробивати пересохлий шар ґрунту і заглиблюватися на глибину до двох метрів і більше, досягаючи вологих горизонтів. Під час тривалих посух у коренях утворюється захисний кремнієвий шар, який захищає їх від висихання. Ту саму функцію виконує восковий наліт на стеблах і листках рослин. Крім того, випаровуюча поверхня листків сорго приблизно вдвічі менша, ніж у кукурудзи, і завдяки своїй структурі вони не витрачають на своє охолодження зайву воду [173].

Характерною особливістю сорго є здатність формувати оптимальний стеблостій за різних норм висіву насіння. У розріджених посівах рослини сорго інтенсивно кущяться, утворюють масивні волоті. За надмірного загущення навпаки, – коефіцієнт кущіння рослин знижується, зменшується зернова продуктивність однієї волоті, проте врожайність, за рахунок більшої кількості продуктивних стебел, істотно не знижується [173].

Порівняно з кукурудзою та ячменем, вміст макро- та мікроелементів у зерні сорго значно вищий. У ньому міститься в 1,5 рази більше кальцію, в 4,0 і 1,3 рази відповідно калію і магнію, ніж у зерні кукурудзи. За макроелементним складом зерно сорго майже ідентичне ячмінному, а за вмістом основних мікроелементів не поступається ячменю і випереджає кукурудзу [141].

До складу зерна сорго входять корисні елементи, такі як кальцій, калій, фосфор, натрій, магній, мідь, селен, цинк, залізо, марганець, молібден. Рослина збагачена вітамінними групами В₁, В₂, В₆, С, РР, фолієвою кислотою [107]. Як антиоксидант і протизапальний засіб сорго не поступається чорниці [175].

Сорго зернове забезпечує продовольчу безпеку в африканських країнах розташованих південніше Сахари. Від нього залежить життя мешканців цих країн. Його вирощують у посушливих і маргінальних районах там, де інші культури не ростуть. В Ефіопії під сорго виділяється 1,8 млн. га. У цій країні сорго зернове є основним продуктом харчування, посідаючи друге місце після кукурудзи [24].

Із борошна сорго випікають хліб, виготовляють коржики, кус-кус. Крупа сорго має високі смакові властивості та використовується для приготування каш, супів, й гарнірів для інших страв. Соргова крупа не поступається рисовій, пшоняній і кукурудзяній. Вона добре розварюється та набрякає. Продукція виготовлена із зерна сорго черствішає повільно, тому довше зберігається, ніж вироби з інших круп. Широке поширення набуває сорговий поп-корн [107].

З 1 кг плівок можна отримати 20 г дуже стійкого, концентрованого барвника з незначною витратною частиною [175]. У співвідношенні 1:1000 він дає інтенсивно забарвлені розчини, які можна використовувати в практичних цілях. Червону фарбу також видобувають із сухих стебел деяких видів сорго яку використовують для обробки шкіри [116].

Важливу роль сорго відіграє в крохмалепереробній промисловості, оскільки для забезпечення стабільного виробництва крохмалю в необхідній кількості, незалежно від погодних умов року, потрібна рослинна сировина в достатній кількості, тож у посушливих районах забезпечити безперебійне надходження рослинної сировини можуть забезпечити культури здатні формувати сталі врожаї.

Важливо також аби сировина з цих культур не поступалася за крохмалістістю сировині кукурудзи і легко перероблялася. Більшою мірою цим вимогам відповідає саме сорго зернове [90], яке є альтернативою кукурудзі в якості джерела крохмалю [186]. З 1 т зерна сорго можна отримати 650–700 кг крохмалю або 300–350 л спирту, а це на 10 % більше, ніж з 1 т зерна кукурудзи [175, 177]. У США щоденно на крохмаль переробляється близько 500 т зерна сорго, завдяки цьому річне виробництво крохмалю становить 50 тис. т [174].

За вмістом у зерні крохмалю – до 83 %, більшість сортів і гібридів сорго не тільки не поступаються кукурудзі, але й значно її випереджають, оскільки вміст

крохмалю в зерні кукурудзи не перевищує 74 % [140]. Крім того, крохмаль із зерна сорго містить менше жиру, завдяки чому має менш виражений післясмак порівняно з крохмалем інших культур [172]. Крохмаль із зерна сорго за своєю структурою значно краще кукурудзяного [2].

У Молдові зерно сорго активно використовують для виробництва спирту, а в Румунії розробили проект виробництва соргового віскі [106]. Крохмаль із зерна сорго також застосують в харчовому, текстильному, паперовому секторах промисловості [107].

Перспективним є використання сорго в пивоварінні, для виробництва безглютенowego пива [89]. За смаковими якостями соргове пиво не відрізняється від ячмінного, проте його собівартість нижча. Уперше виготовляти пиво із сорго почали в Мексиці, ця інновація так сподобалася бразильцям і американцям, що на сьогодні цей напій займає близько 10 % пивного ринку цих країн [116].

Вміст олії в зерні сорго може сягати 6,5 %. За своїми фізико-хімічними властивостями вона подібна до кукурудзяної. Її здебільшого використовують для приготування салатів й інших страв, однак в перспективі спектр використання планується значно розширити [116].

У провінції Лімпопо Південної Африки широке поширення отримали сумісні посіви сорго зернового з вігною. Суміш цих культур достатньо стійко переносить жару та посуху, забезпечує підвищення родючості ґрунту за рахунок азотфіксації азоту бобовою культурою [57].

Науковцями доведена перспектива використання сорго для виробництва біопалива. Воно придатне для виготовлення біоетанолу, біогазу та твердого палива. Сьогодні основною сировиною для отримання біопалива є кукурудза на силос. Проте, згідно з результатами досліджень американських науковців, сорго у цій сфері застосовувати набагато ефективніше та економніше. У США та Китаї на державному рівні розроблені і введені в дію програми з розробки технологічного процесу масштабного застосування сорго для виробництва біопалива [107, 157].

Вихід біоетанолу залежить від частки цукру в сировині, а в цукровому сорго ця частка становить до 20–25%. Навіть за врожайності 40 т/га зеленої маси можна

отримати до 12 т спирту з гектара й побічної продукції до 12–15 т для біокорму або для виробництва твердого палива [157].

Сорго добре росте навіть на важких, солонцюватих і супіщаних ґрунтах. Все частіше його використовують для освоєння цілинних і рекультиваційних земель. Маючи потужну кореневу систему, сорго спроможне забезпечувати добрі врожаї протягом кількох років на бідних і виснажених ґрунтах. За рахунок невибагливості до ґрунтів сорго можна застосовувати у заходах по біологізації землеробства – в якості першої культури при освоєнні еродованих схилів [107].

Сорго називають культурою-ловушкою для діабротіки та вовчка. Тож, його доцільно вводити в польові сівозміни в районах, де є проблеми з цим шкідником і паразитом [106].

Сьогодні в країнах ЄС вирощування сорго все частіше стає альтернативою кукурудзі. Цьому є логічне пояснення. Перш за все, протягом останніх років все більш очевидними стають наслідки глобального потепління і потреба в збереженні водних ресурсів. По-друге, понад 80 % посівних площ в країнах східної Європи не оснащені системою зрошення, що значно ускладнює отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур. Крім того для сорго не потрібні значні обсяги пестицидів і мінеральних добрив, що робить його конкурентоспроможність ще вищою [107].

Тривалий час важливою перепорою для розширення посівних площ під сорго був високий вміст таніну в зерні та синильної кислоти в листках і стеблах рослин, через що їх не можна було згодовувати тваринам. Так, колишні сорти і гібриди сорго мали вміст таніну в зерні на рівні 1–3 %. Разом з тим, селекція в цьому питанні досягла значних успіхів і наразі виведені гібриди й сорти з наднизьким умістом таніну в зерні – менше 0,3 % сухої речовини, що робить можливим виготовлення кормів із зерна сорго для тварин і птиці [107].

Протягом останніх років набуває поширення вирощування сорго в якості післяжнивної культури, що забезпечує відродження мікробіоти ґрунту, збільшення в ньому поживних елементів, загальне оздоровлення, підвищення вмісту органічної речовини, покращує фізичні параметри [131].

Серед культур, придатних для виготовлення етилового спирту, найбільш перспективним є саме сорго. Рослини сорго мають високу фотосинтетичну ефективність і формують потужну біомасу за відносно короткий час. У сорго значна частка енергії міститься в речовинах, що легко трансформуються в етанол. Якщо для виробництва біоетанолу крім листостебельної маси брати і зерно, то з 1 га можна отримати до 7 т цього продукту [159].

Проведений аналіз господарського значення, біологічних особливостей сорго, його посівних площ та широкого спектру використання, свідчать про велику перспективу розширення посівних площ цієї культури як в Україні, так і світі. Враховуючи прогресуюче потепління та зменшення кількості опадів, що ускладнює вирощування традиційних зернових культур в Україні, зокрема, у середньостроковій перспективі в сільськогосподарських підприємств розміщених у більш посушливих районах просто не залишиться вибору як переходити на вирощування сорго зернового. А щоб полегшити цей перехід без різкого «просідання» валових зборів зерна, потрібно активізувати дослідження у напрямку розробки адаптивних технологій вирощування, спрямованих на більш повне розкриття генетичного потенціалу продуктивності цієї культури.

1.2. Рекомендації науковців щодо вибору норми висіву насіння та ширини міжрядь при вирощуванні сорго зернового

За своїми морфологічними та біологічними особливостями сорго більш складне порівняно з іншими ярими культурами. Ці відмінності накладають відбиток і на особливості технології вирощування, потребують ретельного вивчення характеру росту та розвитку рослин, ретельного дотримання рекомендованих варіантів складових елементів технології вирощування.

До найважливіших елементів технології вирощування сорго зернового відносять норму висіву та ширину міжрядь, різні поєднання яких утворюють певну площу живлення рослин і її форму. З агрономічної точки зору кращою буде такий розмір і форма площі живлення рослин, які забезпечують отримання найвищої врожайності основної продукції [98, 111].

Нормі висіву насіння належить провідна роль у взаємозв'язку агрозаходів, спрямованих на формування високих і сталих урожаїв сорго зернового [105]. Урожайність зерна визначається кількістю рослин на одиниці площі й продуктивністю окремо взятої рослини. Саме тому оптимізація норми висіву має виключно важливе значення в підвищенні рівня врожайності рослин [187].

Рівень урожайності рослин тісно пов'язаний з фотосинтетичною діяльністю посівів, яка визначається індексом листової поверхні, фотосинтетичним потенціалом посівів, чистою продуктивністю фотосинтезу. Усі ці показники визначаються з одного боку потенціалом культури, а за іншого – технологією вирощування, зокрема нормою висіву насіння та способом сівби [65, 102].

Норма висіву насіння у поєднанні з шириною міжрядь мають значний вплив на ріст, розвиток, формування продуктивності рослин і врожайність посівів [187]. Оптимізація цих чинників створює умови для більш повного використання наявних ресурсів вологи, поживних елементів ґрунту, сонячної енергії і в підсумку – формування високої врожайності посівів. Одними з найважливіших чинників, які варто враховувати при визначенні норми висіву є вміст вологи та елементів мінерального живлення в ґрунті [142].

Будучи пластичною культурою сорго здатне формувати високу врожайність зерна в доволі широкому діапазоні площі живлення рослин і її форми. Низьку норму висіву рослини компенсують куцінням і вищою індивідуальною продуктивністю. При загущенні посівів інтенсивність куціння зменшується, знижується продуктивність волотей, при чому чим сильніше загущення, тим більше знижується куціння, розмір волотей і маса зерна з них. Разом із тим, зниження врожайності зерна, за рахунок більшої кількості рослин на одиниці площі може і не бути. Відмічена особливість, а також широкий асортимент гібридів сорго різних груп стиглості, зумовили значну розбіжність рекомендацій щодо норми висіву та ширини міжрядь сорго зернового [95, 144, 161].

Здатність до куціння є важливою морфологічною характеристикою рослин сорго зернового, оскільки воно впливає на уловлювання світла, використання вологи, рівень, конкуренцію рослин й інші фізіологічні та біологічні процеси [47].

Автори відмічають, що загушення посівів призводить до зниження коефіцієнту продуктивного кушіння, висоти рослин і діаметру стебла, але врожайність зерна, за рахунок більшої кількості рослин на одиниці площі підвищується [11, 18, 20, 66]. У виробництві норма висіву насіння сортів і гібридів сорго зернового варіює в значному діапазоні, що зумовлено мінливістю кліматичних умов, родючістю ґрунту, різним рівнем культури землеробства, еколого-біологічними особливостями сортів і гібридів [65].

Дотримання оптимальної густоти рослин є одним з пріоритетних завдань технології вирощування. Низька густина приводить до підвищення забур'яненості посівів, зниження ефективності використання сонячної радіації і зменшення врожайності. У загущених посівах може спостерігатися вилягання рослин, погане проникнення світла в середні та нижні яруси посівів [35, 49, 50].

Вибір норми висіву має узгоджуватися з напрямом вирощування рослин. На шляху впровадження сорго зернового у виробництво істотною перепорою є низька схожість насіння. Причини цього зазвичай зумовлені технологічними помилками вирощування насіннєвих посівів, що призводить до підвищення різноякості насіння та погіршення його якісних характеристик. Доведено, що найбільш високоякісне насіння сорго формується на головних стеблах. Стебла наступних рангів формують менш життєздатне насіння. Саме тому, вся стратегія насіннєвої агротехніки має бути спрямована на отримання максимально більшої кількості насіння саме на головних стеблах. Ці питання вирішуються правильним добором норми висіву насіння і ширини міжрядь [103, 181].

Роль густоти рослин і форми площі живлення рослин сорго особливо зростає в районах недостатнього зволоження. Ці чинники тісно пов'язані і значною мірою визначають інтенсивність транспірації та фотосинтетичної діяльності посівів, водоспоживання, здатність витримувати конкуренцію з бур'янами тощо [103]. Площа живлення рослин і її конфігурація вносять певні корективи в мікроклімат у посівах, активність біологічних процесів в ґрунті, характер поширення фітопатогенів і їх шкодочинність [136].

У науковій літературі є чимало рекомендацій щодо норм висіву, які доволі сильно відрізняються. Розбіжність між рекомендованими різними дослідниками нормами висіву для сорго зернового дуже велика – від 60 до 800 тис. шт./га і більше [168, 182]. Так, науковці В.Г. Васін і Н.В. Рухлевич [105] кращою нормою висіву сорго зернового для умов Середнього Поволжя вважають 800 тис. шт./га. За такої норми параметри фотосинтетичної діяльності – площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал і чиста продуктивність фотосинтезу були найвищими в досліді і, як результат, – найвища врожайність зерна.

Перевагу норми висіву насіння 800 тис. шт./га відмічають також Н.Т. Гайко і В.І. Бескороний [109]. Ця норма забезпечувала найвищу врожайність у поєднанні з міжряддями 15 см, тоді як на варіантах з міжряддями 70 см урожайність зерна найвищою була за висіву 400 тис. нас./га.

Рекомендовані виробництву норми висіву гібридів сорго зернового часто не відповідають біологічним особливостям рослин через те, що вони визначалися без урахування впливу цілого комплексу інших чинників, серед яких важливе значення має вибір ширини міжрядь [168]. Відстань між рядами рослин має значний вплив на реалізацію потенціалу врожайності зерна. Звуження міжрядь посилює конкурентоспроможність рослин по відношенню до бур'янів за рахунок зменшення пропускну здатності світла між рядами посівів [7, 77].

Сорго зернове зазвичай вирощують з міжряддями від 60 до 75 см, але з розвитком технологічної бази, технологій вирощування і впровадженням у виробництво нових гібридів і сортів відкриваються нові можливості для тестування більш вузьких міжрядь, як джерела підвищення рівня розкриття генетичного потенціалу продуктивності посівів [35].

Серед науковців є думка, що під час вибору ширини міжрядь сорго зернового слід враховувати довгостроковий прогноз погодних умов, а саме опади. У посушливих умовах кращий результат показуватиме широкорядна сівба, у достатньо зволжених – рядкова [125, 134].

Дослідники М.Б. Грабовський, Ю.В. Федорук і Т.О. Грабовська [112] звертають увагу на вибір ширини міжрядь оскільки на їх думку, більшість сортів і

гібридів за сівби з міжряддями 15 см формують значно меншу врожайність зерна, ніж за широкорядної сівби. Рядковий спосіб сівби здебільшого використовують при вирощуванні сорго на зелений корм, сіно і в проміжних посівах. За цього способу виключається можливість механічного знищення бур'янів, тож його радять застосовувати на чистих полях за умови внесення гербіцидів [35, 101].

Серед науковців не має єдиної думки щодо норми висіву та ширини міжрядь для сучасних сортів і гібридів сорго зернового. Ряд дослідників відмічають перевагу звичайного рядкового способу сівби з міжряддями 15 см для сівби сорго зернового, інші [147] висловлюють зовсім іншу думку, віддаючи перевагу широким міжряддям з відстанню між рядами 70 см. Ряд науковців [101, 168] віддають перевагу міжряддям – від 30 до 60 см.

Між нормою висіву насіння та шириною міжрядь є певна залежність: з розширенням ширини міжрядь, норму висіву рекомендують зменшувати. У свою чергу при підвищенні норми висіву радять передбачити звуження міжрядь [102].

За однієї норми висіву відстань між рослинами в рядку за різних варіантів міжрядь значно відрізняється, що і зумовлює важливість врахування норми висіву при виборі міжрядь і навпаки. При цьому варто наголосити, що саме відстань між рослинами в рядку визначає рівень конкурентної боротьби між ними, оскільки відстань між рядами зазвичай більша відстані між окремими рослинами в рядку. За однієї норми висіву насіння, відстань між рослинами в рядку на варіантах з міжряддями 15 см буде втричі більша, ніж на варіантах з міжряддями 45 см і майже в п'ять разів – ніж у широкорядних посівах з міжряддями 70 см.

Науковці M.R. Gondal, A. Hussain, S. Yasin, M. Musa і H.S. Rehman [35] порівнюючи різні варіанти поєднання норми висіву й ширини міжрядь, дійшли до висновку, що найвища врожайність зерна сорго формується на варіантах з міжряддям 30 см у поєднанні з нормою висіву 5,0 кг/га. З її підвищенням до 7,5 кг/га і розширенням міжрядь до 45 і 60 см спостерігалось зниження продуктивності рослин і врожайності посівів [35].

Дослідниця Л.А. Свиридова [168] відмічає перевагу міжрядь 45 см для сучасних гібридів сорго зернового, при цьому вона наголошує на необхідності

коригування норми висіву оскільки гібриди мають різні вимоги щодо параметрів і форми площі живлення рослин. Так, гібриди сорго зернового Прайм і Спринт W вищу врожайність на варіантах з міжряддями 45 см формували за висіву 200 тис. нас./га, а український гібрид Степовий 8 – за висіву 160 тис. нас./га.

Науковець Я.В. Алексєєв [91] відмічає важливість врахування морфо-біологічних особливостей сортів і гібридів сорго та міжрядь під час вибору норми висіву. Так, в умовах Північного Степу України, незалежно від погодних умов, при сівбі сорту Дніпровський 39 з міжряддями 45 см він рекомендує встановлювати норму висіву на рівні 140 тис. нас./га, а з міжряддями 70 см – 120 тис. нас./га. Для сорту Вінець при сівбі з міжряддями 45 і 70 см кращою була норма висіву насіння 160 тис. шт./га, для гібриду Прайм – 140 тис. шт./га. Науковець відмічає високу пластичність цих сортів і гібриду Прайм щодо ширини міжрядь оскільки різниця за врожайністю між варіантами з міжряддями 45 і 70 см була неістотною.

В умовах правобережного Лісостепу України сорти сорго зернового Вінець і Дніпровський 39 найвищу врожайність зерна формували на варіантах поєднання сівби з міжряддями 45 см з нормою висіву 200 тис. нас./га. Сівба з міжряддями 15 см показала гірший результат урожайності обох сортів, однак значно вищий, ніж з міжряддями 70 см [160].

Науковці відмічають перевагу широкорядної сівби з міжряддями 45 см порівняно з міжряддями 70 см [169]. Формування найвищої врожайності зерна така ширина міжрядь забезпечувала в поєднанні з нормою висіву 250–300 тис. шт./га. При цьому, на варіантах з міжряддями 70 см вища врожайність зерна була на варіантах з нормою висіву 200 тис. нас./га. Ці результати говорять про необхідність уточнення ширини міжрядь для кожної норми висіву і навпаки.

Дослідники С.М. Каленська і В.М. Найдєнко [135], на різних фонах передпосівного внесення азотних добрив відмічали перевагу сівби з міжряддями 50 см порівняно з міжряддями 30 і 70 см як за врожайністю зерна, так і за економічною ефективністю вирощування гібридів різних груп стиглості.

Оптимальна норма висіву насіння сорго зернового для Степу України становить 140–160 тис. шт./га. Для степової зони Криму рекомендовано широко-

рядний спосіб з міжряддями 45 і 70 см з нормою висіву насіння 100–140 тис. шт./га [156, 167]. У південній частині Степу і Присіващії, оптимальна норма висіву насіння менша і варіює в межах від 60 до 100 тис. шт./га і лише в більш сприятливі роки може бути підвищена до 140 тис. шт./га [155].

Дослідники М.О. Бойко [101] і Х.М. Макаров [148] для посушливих південних областей України та АР Крим кращим вважають міжряддя 70 см. У більш вологих районах сорго зернове, особливо низькорослих форм, вони рекомендують висівати з міжряддями 45 см. Науковці відмічають, що такі міжряддя забезпечують прибавку врожайності зерна до 0,5 т/га.

Сучасна технологія вирощування сорго зернового, як й інших культур, зазвичай побудована на технології вирощування культури в цілому, без врахування морфо-біологічних особливостей сортів і гібридів [126]. У той же час удосконалення елементів технології вирощування, зокрема визначення оптимальних варіантів поєднання ширини міжрядь і норми висіву завжди є актуальним, оскільки вони тісно пов'язані з особливостями певної ґрунтово-кліматичної зони та особливостями вирощуваних сортів і гібридів [91].

Цікавий досвід вирощування сорго в африканських країнах. Місцеві погодні умови вимушують застосовувати низькі норми висіву цієї культури. Так, місцеві сорти і гібриди сорго на бідних неудобрених ґрунтах висівають з нормою висіву насіння лише 10,0 тис. шт./га [58]. Науковці Малі рекомендують враховувати рівень удобрення культури під час вибору норми висіву. З підвищенням дози внесення добрив вони рекомендують норму висіву дещо збільшувати. Так, ряд дослідників [26, 31, 46] за умови внесення 90 кг/га азоту, норму висіву рекомендують встановлювати на рівні 26,6 тис. шт./га, а за умови внесення 180 кг/га азоту – 53,3 тис. шт./га. Також дослідники наполягають на необхідності урахування морфо-біотипу гібридів. Для більш ранніх з них, та тих що мають меншу кустистість, вони рекомендують норму висіву підвищувати.

У США сорго зернове зазвичай сіють з міжряддями в діапазоні від 70 до 100 см. В Індії більш поширеним способом сівби сорго зернового є широкорядний з міжряддям 45 см [28]. Значна частина фермерів Індії вирощують сорго також з

міжряддями 30 см які забезпечують урожайність зерна на одному рівні з міжряддям 45 см [134]. В Австралії практикують сівбу сорго зернового стрічковим способом з відстанню між рядами від 18 до 45 см, а між стрічками – до 2 м [72].

У Франції найпоширеніший спосіб сівби сорго зернового з міжряддями 30–40 см. При цьому, норму висіву насіння для ранньостиглих сортів і гібридів встановлюють на рівні 550–600 тис. шт./га, а для середньоранніх і пізньостиглих – близько 300 тис. шт./га. У Сербії і Румунії поширеним є широкорядний спосіб з міжряддями 50 см, при цьому норма висіву в Румунії менша – близько 130 тис. шт./га, проти 200 тис. шт./га – у Сербії [92, 111].

Аналіз матеріалів досліджень щодо норми висіву і ширини міжрядь, враховуючи сучасні кліматичні зміни, а також специфіку морфо-біотипу сучасних сортів і гібридів різних груп стиглості, свідчить про необхідність проведення досліджень в умовах перспективної зони для сорго зернового – Північно-східного Степу України з метою встановлення оптимальних варіантів поєднання норми висіву з шириною міжрядь, які забезпечують формування найвищої врожайності зерна і підвищення економічних показників виробництва цієї культури.

1.3. Стимулятори росту рослин як додаткове джерело для повнішого розкриття генетичного потенціалу сорго зернового

Високий потенціал урожайності зерна, економні витрати вологи, висока солевитривалість і здатність легко переносити підвищені температури, ставлять сорго в ряд найбільш перспективних зернових культур для районів недостатнього і нестійкого зволоження які відмічаються на більшій частині України. Разом з тим, істотного поширення сорго ще й досі не отримало, що пов'язано з повільним стартом росту, нетехнологічністю, пізньостиглістю сортів і гібридів. До того ж ряд проблем, пов'язаних з оцінкою їх адаптивності до конкретних ґрунтово-кліматичних умов і застосування стимуляторів росту рослин для прискорення темпів початкового росту, поки залишаються недостатньо вивченими.

Стимуляторами росту називають препарати, що забезпечують покращення росту та розвитку рослин, підвищують їх стійкість до водних і абіотичних стресів,

дають можливість зменшити потребу в мінеральних добривах. Вони показують високу ефективність у невеликих дозах, забезпечуючи нормальну роботу життєво важливих процесів рослин, дозволяючи отримувати високі врожаї [15]. Рослини активно поглинають кисень, покращують фотосинтез, накопичують стресові білки та виконують багато інших функцій, пов'язаних з метаболізмом рослин [4].

У теперішній час застосування стимуляторів росту рослин є новим фізіологічним підходом для поліпшення процесів проростання, активізації росту та розвитку рослин, підвищення їх врожайності [8]. Впровадження в технологію вирощування стимуляторів росту рослин дає можливість коригувати тривалість вегетаційного періоду як загалом, так і проходження окремих фенологічних фаз росту та розвитку. Правильний вибір стимуляторів росту та вчасне їх застосування сприяє пришвидшенню або навпаки, – подовженню тривалості окремих фаз росту та розвитку. Це дає можливість уникнути рослинам стресу спричиненого несприятливими погодними умовами в критичні фази [1, 70, 179].

Абіотичні стреси (спека, посуха, засолення, заболочування тощо) негативно відображаються на рості, розвитку та врожайності рослин, що призводить до значних економічних втрат і загострення глобальної продовольчої безпеки [73,38]. Сукупний вплив різних абіотичних стресів на врожайність багатьох сільськогосподарських культур сильніше, ніж вплив окремих стресів [69].

Активна основа стимуляторів росту зокрема, гібереліни, ауксин, цитокінін, амінокислоти, абсцизова кислота, етилен й інші, представляють собою потужну стратегію реагування рослин на стресові умови і нівелювання їх наслідків [3, 27].

Існують різні підходи класифікації стимуляторів росту рослин, а саме: на основі механізму дії та походження активної основи [12], залежно від їх впливу на рослини або фізіологічної реакції рослин на їх застосування [17]. Крім того, дослідник Du Jardin P. [27] наголосив на важливості кінцевого впливу на продуктивність рослин, тобто на те, що будь-яке визначення біостимуляторів має бути зосереджене на їх функціях, або на природі компонентів, або на способах дії.

У невеликих кількостях стимулятори росту забезпечують високу ефективність, підвищуючи ефективність живлення, стійкість до абіотичних

стресів. Ці речовини мають подібну дію, що й групи відомих рослинних фітогормонів, основними з яких є ауксини, гібереліни та цитокініни [86].

У наш час основною проблемою для рослин є абіотичні стреси. Вони, поряд із засоленням, є причиною значних втрат врожаю в усьому світі [74]. Щоб запобігти цим втратам, стимулятори росту все частіше інтегруються у виробничі системи з метою впливу на фізіологічні процеси в рослинах для підвищення їх продуктивності [53, 76, 85].

Стимулятори росту здебільшого виробляються у вигляді сполук природних або синтетичних речовин, які складаються з гормонів або попередників рослинних гормонів. За правильного застосування на посівах культур вони діють безпосередньо на фізіологічні процеси, створюючи більш сприятливі умови для рослин, нівелюючи їх реакцію на водний стрес, засоленість тощо [23].

Вони можуть містити в своєму складі різні органічні сполуки, зокрема гумінові кислоти, екстракти водоростей, вітаміни, амінокислоти й інші які, залежно від виробника, можуть знаходитися в різних співвідношеннях [86].

Екстракти водоростей, білкові гідролізатори, гумінові, фульвові кислоти й інші суміші мають властивості які виходять за рамки основного живлення, покращуючи ріст рослин і підвищуючи їх стресостійкість. Хоча більшість стимуляторів додають у ризосферу для активізації засвоєння поживних елементів, багато з них також володіють захисною дією проти екологічних стресів, зокрема – дефіциту вологи, засолення ґрунтів, високих температур тощо [81].

У рослин, що зазнали водного стресу, клітини ушкоджуються вільними радикалами, але дія антиоксидантів, посилена стимуляторами росту, здатна знижувати токсичність цих радикалів, покращуючи захисну систему рослин за рахунок підвищення рівня їх антиоксидантів.

Одним з найважливіших чинників, який обмежує рівень реалізації генетичного потенціалу польових культур, є сольовий стрес. Солі в ґрунтовій волозі можуть пригнічувати ріст рослин, знижуючи їх здатність поглинати вологу. Крім того, якщо надмірна кількість солей потрапляє в рослину з потоком транспірації, це призводить до пошкодження клітин у транспіруючих листках. Ці

ефекти засоленості викликають іонний дисбаланс або порушення іонного гомеостазу та токсичність. Цей змінений водний статус призводить до початкового гальмування росту і розвитку та зниженню продуктивності рослин [42, 63].

Стратегії управління, що використовуються для вирощування в умовах засолення, можуть підвищувати продуктивність і використання землі як в умовах засолення, так і в незасолених умовах. Серед цих стратегій виділяють застосування біодобрив, мікоризацію, позакореневе підживлення органічними та неорганічними речовинами, а також застосування стимуляторів росту [48].

У світі близько 20 % площ ріллі мають підвищене засолення. До того ж, площа таких ґрунтів щороку зростає на 10 %, що пов'язано з дефіцитом опадів, високим випаровуванням, вивітрюванням корінних порід, зрошенням соленою водою та недосконалими методами ведення сільського господарства. За оцінками науковців, до 2050 року понад 50 % орних площ будуть засолені [43].

Одним з дієвих і нових способів боротьби з сольовим стресом є використання стимуляторів росту рослин. У дослідженнях GhaffariNejad et al. [36] спостерігалось підвищення продуктивності та стійкості рослин до абіотичних стресів завдяки застосуванню стимуляторів росту рослин.

Ряд авторів [10, 61, 80] відмічають високу ефективність стимуляторів росту на основі гумінових речовин з точки зору нівелювання сольових стресів завдяки їх біостимулюючій активності. Їх застосування на рослинах, що зазнали сольового стресу, показало їх здатність до осмотичної адаптації шляхом підтримання водопоглинання і тургору клітин [59, 60]. На цій підставі автори розглядають стимулятори росту рослин на основі гумінових речовин як потужне джерело росту та поживних елементів, яке слід використовувати для захисту польових культур від ряду абіотичних стресів, зокрема, сольового стресу.

Біостимулятори, активною основою яких є водорості та арбускулярні мікоризні гриби є біологічно активними сполуками для підвищення стійкості до сольового стресу за рахунок підвищення швидкості проростання, покращення росту стебел і коренів, продуктивності рослин і врожайності посівів [81, 85]. Екстракти водоростей спрямовані на ряд шляхів підвищення стійкості рослин до

стресу. Використання екстрактів водоростей забезпечує значне підвищення вмісту загального хлорофілу та антиоксидантну активність рослин, зрошуваних підсоленою водою, проявляючи сильну позитивну кореляцію зі збільшенням сирі біомаси, маси зерна та компонентів урожаю [29].

В умовах сольового стресу ряд дослідників [48] класифікують дію різних груп стимуляторів росту рослин на пряму та опосередковану. Опосередкований вплив пов'язаний з покращенням фізичних, хімічних і біологічних властивостей ґрунтів, у той час як прямий вплив пов'язаний з покращенням проростання насіння, росту вегетативної маси і коренів рослин.

Значної шкоди рослинам завдає несприятливий температурний режим. Рослини, що зазнали температурного стресу гальмують ріст і часто гинуть. Розвиток температурного стресу може бути спричинений високими або низькими температурами і може залежати від тривалості впливу, швидкості зміни температури, а також фази росту та розвитку рослин. У ході еволюції рослини набули певних властивостей для подолання температурного стресу, зокрема вони володіють багатьма молекулярними механізмами, які включають протеїни, антиоксиданти, регуляторні чинники, інші захисні засоби і мембранні ліпіди, які допомагають подолати температурні стреси [48, 63].

Обробка рослин стимуляторами росту здатна підвищити їх стійкість до негативного впливу чинників навколишнього середовища. Для точного налаштування норми стимуляторів росту визначаються особливості рослин і методи, які забезпечують найбільший захист від стресу. Тож, пріоритет має бути відданий кращому розумінню функціональної дії стимуляторів росту. Крім того, важливо розглядати основні механізми відповідальні за цю дію, враховуючи велику кількість речовин які можуть бути використані в якості сировини для виготовлення стимуляторів росту, таких як гумінові речовини, екстракти водоростей, рослинні фітогормони та ризосферні бактерії, які стимулюють ріст рослин.

Біостимулятори росту викликають значний інтерес з боку агрохімічної промисловості та виробників сільськогосподарської продукції за рахунок здатності значно підвищувати ефективність використання елементів живлення та

підвищення стійкості польових культур до абіотичних стресів [67]. По суті справи, стимулятори росту рослин не є поживними продуктами, але вони здатні покращувати засвоєння поживних елементів [16].

Для позакоренових підживлень потрібна незначна кількість біостимуляторів росту, які швидко поглинаються листками крізь клітини мезофілу, кутикулярні та епідермальні тріщини [33]. Внесення стимуляторів росту рослин у невеликій кількості забезпечує посилення синтезу природніх стимуляторів росту, активізує метаболізм та асиміляцію рослин.

Відмічається висока ефективність комбінованого застосування стимуляторів росту рослин з добривами. Зокрема, внесення фосфору в дозі 60 кг/га з наступним внесенням стимулятора росту рослин на основі амінокислот на початку фази викидання волоті забезпечувало істотне підвищення врожайності сорго порівняно з варіантом, де вносили лише фосфор у тій самій дозі [9]. Застосування стимуляторів росту на основі аміно- і органічних кислот у поєднанні з внесенням мінеральних добрив, є однією з інтегрованих стратегій живлення рослин для стійкого управління сільськогосподарськими системами [44].

Споживання гуматів в умовах посухи підвищує активність ферменту супероксиддисмутази, який відіграє важливу роль в нейтралізації вільних радикалів у клітинних мембранах коренів [82]. Використання стимуляторів росту на основі амінокислот в умовах посухи підвищує стресостійкість рослин за рахунок економних витрат води. Крім того, використання стимуляторів росту на основі амінокислот, сприяло підвищенню вмісту проліну в рослинах, що забезпечувало нівелювання стресу від посухи. Аналогічні позитивні результати від використання стимуляторів росту відмічають інші науковці [30, 62].

Природні або синтетичні стимулятори росту рослин збагачені фенольними сполуками, антиоксидантами і поживними речовинами, допомагають підвищити схожість насіння, суху біомасу та врожайність за рахунок покращення засвоювання поживних речовин коренями [19, 78].

Додавання наноцинкових добрив у низьких дозах у сполученні зі стимуляторами росту, особливо екстрактами морських водоростей, є ефективною

альтернативною регуляторним методам удобрення і сприяє стійкому розвитку культур [37, 71]. Відмічається, що підживлення рідким екстрактом морських водоростей і органічних сполук покращує доступність поживних речовин для оптимального розвитку і росту, а також покращення якості польових культур, вирощуваних у несприятливих умовах [39].

В якості стимуляторів росту рослин високу ефективність показав 3 %-й водний екстракт листків моринги та сорго, які значно покращували стійкість рослин до несприятливих абіотичних чинників [45, 68]. Витяжка з листків моринги, яка використовувалася в якості стимулятора росту, забезпечувала значне підвищення показників польової схожості насіння, покращувала ріст і розвиток рослин, забезпечувала підвищення врожайності на 25–30 % [64].

Передпосівна обробка насіння, як і позакореневі підживлення препаратами з цією активною основою, що є джерелом антиоксидантів, забезпечували значне підвищення стійкості рослин до високих температур. Також відмічається, що позакореневе підживлення екстрактом листя моринги подовжує тривалість життя листків і забезпечує підвищення в них пігментів фотосинтезу [88].

Науковець S. Toscano [79] відмічає, що стимулююча дія екстракту листків моринги залежить від виду і навіть від сорту рослин. Ця речовина містить антиоксиданти, білки, мінерали і бета-каротин, яких зазвичай не вистачає в продуктах харчування слаборозвинених країн [51]. Екстракт моринги також є відмінним джерелом зеатіну – фітогормону, який допомагає стимулювати ріст, розвиток і врожайність польових культур у різних погодних умовах [87]. Вторинні метаболіти екстракту (аскорбати та феноли) діють як прихована речовина, що виробляє активні форми кисню під час температурного стресу [52].

Водна витяжка сорго в низькій концентрації застосовується в якості стимулятора росту, оскільки вона є джерелом фенолів й інших елементів, які покращують ріст рослин [6]. Відмічається, що використання її для позакореневих підживлень на посівах пшениці та рису забезпечувало пригнічення росту бур'янів і підвищувало врожайність культурних рослин [84]. Також відмічається, що застосування водного екстракту сорго сприяло затриманню старіння листків

рослин і підвищенню в них концентрації хлорофілу за рахунок вмісту в екстракті фенолів і вторинних метаболітів [54].

Водні екстракти сорго є багатим джерелом різноманітних фенольних сполук, таких як ванілова кислота [32]. Ці хімічні сполуки при позакореновому застосуванні здатні нівелювати шкідливий вплив вільних радикалів, які утворюються в рослинах під час теплового стресу [21].

Дослідники О.І. Цилюрник, О.О. Іжболдін і І.М. Сологуб [185] відмічають високу ефективність гуміновмісного стимулятора Авангард Гроу Гумат при вирощуванні кукурудзи на зерно. Підживлення цим продуктом сприяло підвищенню висоти рослин на 3 %, крім того, збільшувалася кількість рослин (на 3,5–5,5 %) і площа листків (на 5,5–28,3 %).

Результати досліджень Л.Д. Романчука, Т.П. Василюка та І.А. Можарівської [166] також показали позитивний вплив стимуляторів росту на збільшення висоти рослин. Так, внесення стимулятора росту Емістиму С забезпечувало істотне збільшення висоти рослин сорго порівняно з контролем.

Передпосівна обробка насіння стимулятором росту Вимпел 5 (0,5 л/т) з наступним позакореновим підживленням цим препаратом під час фази кущіння (0,5 л/га) забезпечувала підвищення врожайності гібридів сорго Довіста і Гулівер порівняно з контролем на 1,2–4,3 т/га [181].

У країнах Західної Європи більшість посівних площ зернових культур вирощують із застосуванням стимуляторів росту, що забезпечує підвищення врожайності зерна на 15–30 %. Перевага і специфіка застосування стимуляторів росту рослин полягає в тому, що вони спроможні впливати на процеси, їх напрямок та інтенсивність, які неможна скоригувати за допомогою інших елементів технології вирощування [94, 170].

Численними дослідженнями [104] доведено, що систематичне застосування стимуляторів росту забезпечує зростання продуктивності агроценозів до 14 % і більше. За таких умов у системі органічного землеробства у замкнений колообіг додатково залучається до 10 кг азоту, 4 кг фосфору і до 11 кг калію на 1 га сівозмінної площі.

Застосування стимуляторів росту рослин забезпечує високу рентабельність, оскільки вони коштують набагато менше порівняно з традиційними добривами. Ще одна причина зростання інтересу до стимуляторів росту пов'язана із заборонаю використання пестицидів в країнах ЄС до 2030 р. З огляду на це, стимулятори росту у сполученні з біопрепаратами можуть бути альтернативою хімічних добривам і пестицидам та повністю їх замінити [34].

Науковці З.М. Грицаєнко і В.П. Карпенко [114, 115] відмічають, що додавання до бакової суміші гербіциду певних стимуляторів інтенсифікує детоксикацію хімічних сполук в рослинах, що значно скорочує стресовий період, забезпечує швидше відновлення ендогенних систем рослин, а також сприяє активізації антиоксидантної системи рослин упродовж всього періоду вегетації.

Наразі аграріям пропонується значна кількість синтетичних аналогів природних сполук, які мають високу ефективність. Синтетичні регулятори росту за фізіологічною дією подібні до ендогенних фітогормонів, їх дія насамперед спрямована на зміну гормонального статусу рослин, причому в рекомендованих концентраціях вони не чинять токсичної дії. Крім того, наразі зростає асортимент комбінованих стимуляторів росту, у складі яких, крім власне речовин, що забезпечують зміну гормонального статусу рослин, містяться також збалансовані суміші мезо- та мікроелементів, які за позакореневого внесення є додатковим джерелом живлення рослин [71].

Застосування стимуляторів росту з широким спектром дії дає можливість істотно зменшити обсяги застосування фунгіцидів для профілактики та лікування інфекційних хвороб. Застосування суміші фунгіцидів з окремими стимуляторами росту дозволяє зменшити дозу внесення пестицидів на 20–30 %, що знижує витрати на вирощування та сприяє отриманню екологічно чистої, безпечної для здоров'я продукції [115].

Стимулятори росту усувають нестачу відповідних фітогормонів у рослинах на початкових періодах їх росту та розвитку, завдяки чому забезпечується активне протікання фізіологічних процесів у них. Сучасні поліфункціональні стимулятори росту рослин крім активізації фізіологічних процесів і усунування дефіциту

мікроелементів також допомагають долати абіотичні стреси зокрема, тривалий вплив високих температур, недостатню освітленість, дефіцит вологи тощо. Виходячи з цього можна стверджувати про комплексну стимуляцію як ростових процесів, так і стійкості рослин [14, 96].

Дослідженнями Д.Г. Дьоміна й ін. [123] встановлено істотне прискорення проходження вегетаційного періоду рослин сорго за рахунок застосування стимулятора росту Агростимуліну. Тривалість вегетації посівів сорго на варіантах комплексного застосування (передпосівна обробка насіння з наступними позакореневими підживленнями) порівняно з контролем скорочувалася на 10 днів. Поряд зі скороченням вегетаційного періоду, застосування Агростимуліну забезпечувало істотне підвищення врожайності зерна сорго. Зокрема, порівняно з контролем урожайність зерна була вищою на 0,5 т/га, а порівняно з іншими варіантами дослідів – на 0,1–0,2 т/га.

Підсумовуючи вищенаведений літературний огляд, можна констатувати, що питання застосування стимуляторів росту під час вирощування сорго зернового вивчено недостатньо, зокрема мало даних стосовно комплексного застосування багатофункціональних стимуляторів росту активною основою яких одночасно є фітогормони та амінокислоти на ріст, розвиток, продуктивність рослин, врожайність та якість зерна сорго. Під комплексністю ми розуміємо порівняння ефективності різних варіантів періоду застосування стимулятора росту з метою визначення оптимальних варіантів, що забезпечують найвищу ефективність його застосування. Тим більше, внаслідок погіршення погодних умов вирощування, які набувають загрозливого масштабу, питання застосування стимуляторів росту набуває все більшої актуальності.

Визначення і концепція стимуляторів росту рослин все ще розвивається, що пов'язано з великим різноманіттям речових і чинників, які можна вважати стимуляторами росту. Не викликає сумніву, що стимулятори росту здатні зробити сільське господарство більш стійким, оскільки короткий огляд літературних джерел показує значну роль цих препаратів, які забезпечують підвищення стійкості рослин проти абіотичних і біотичних стресів.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови

Ґрунтовий покрив Сватівського району досить складний, що зумовлено різноманітними умовами рельєфу, складом ґрунтових порід, рослинністю, умовами поверхневого і ґрунтового зволоження. У цілому, на території району виділено 138 ґрунтових відмінностей [117].

Вирівняні вододільні ділянки покриті найродючими ґрунтами району – чорноземами звичайними середньо-гумусними, на лесовидних суглинках. Ці ґрунти найпоширеніші і в області. Їх частка становить понад 50,0 %.

На території Сватівського району виділено сім сільськогосподарських типів земель, серед яких найпоширенішими є два типи:

- землі вододільних плато і слабопологих схилів (до 2 °) зі звичайними чорноземами на лесоподібних породах, які складають 33 % всієї площі ріллі;
- слабоеродовані землі пологих схилів (від 2 до 5 °) зі звичайними чорноземами, слабозмитими та солонцюватими ґрунтами на лесоподібних породах, які складають 47 % від усієї площі ріллі [117].

Клімат Сватівського району помірно-континентальний з помітно вираженими посушливо-суховійними явищами. Він формується під впливом домінування континентального повітря помірних широт і характеризується спекотним літом з посухою та помірно холодною зимою з нестійким сніговим покривом. Температурний режим нестійкий і протягом року значно коливається. Зміна сезонів відбувається без різких перепадів. Спостерігаються пізні весняні й ранні осінні заморозки і недостатня зволоженість повітря.

Тривалість безморозного періоду становить 150–170 днів. Максимальна температура повітря сягає + 36,7 °С, мінімальна – мінус 23,4 °С. Найбільш вологими місяцями є січень, березень, квітень, травень, липень, а найбільш посушливими – лютий, листопад, вересень. Середньорічна кількість опадів становить 480 мм. Переважна кількість опадів випадає в теплий період [130].

2.2. Погодні умови вегетації сорго в роки досліджень

Дослідження проводили протягом 2019–2021 рр. на полях ФГ «Дюніс» Сватівського району Луганської області за загальноприйнятою методикою [124]. Ґрунт території досліджень – чорнозем дерново-підзолистий, слабогумусний. Вміст гумусу в орному шарі 2,8 %, рухомого фосфору (за Чириковим) – 116 мг/кг, калію – 91 мг/кг ґрунту.

Вирішальний вплив на ріст і розвиток рослин в районах нестійкого зволоження і підвищених температур повітря чинять погодні умови. Крім того, вони вносять значні корективи щодо ефективності певних варіантів складових елементів технології вирощування в тому числі на норми висіву, ширини міжрядь, застосування стимуляторів росту рослин у різні фази вирощування рослин. Також погодні умови мають значний вплив на ріст і розвиток різних сортів і гібридів рослин, збільшуючи чи навпаки нівелюючи різницю між ними. Враховуючи це, нами було проведено обліки температурних показників і кількості опадів протягом вегетації рослин сорго.

Одразу варто відмітити, що погодні умови вегетації сорго зернового в 2019–2021 рр. як за температурним режимом, так і за кількістю опадів значно відрізнялися як між собою, так і порівняно з середніми багаторічними показниками. Для сорго зернового більш сприятливі погодні умови, насамперед за температурним режимом склалися в 2021 р., найменш сприятливим був 2020 р., що відобразилося на показниках зернової продуктивності культури.

Погодні умови в роки досліджень були контрастними насамперед за режимом зволоження. Спільним було випадіння надмірної кількості опадів на початку вегетації сорго зернового і її гострий дефіцит у другій половині вегетації. Так, у першу та третю декаду травня 2019 р. опадів було вдвічі більше за показника кліматичної норми. У травні 2020 і 2021 рр., а також у червні 2021 р. кількість опадів також значно перевищувала багаторічні показники. Так, у травні 2020 і 2021 рр. випало 108 і 72 мм опадів, за кліматичної норми – 43 мм. У червні більшість опадів випала в перші дві декади – 53 і 78 мм відповідно (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Кількість опадів у роки досліджень, мм

Рік	Місяць	Декади			Разом по декадах	СБП*
		I	II	III		
2019	Січень	6	21	15	42	34
	Лютий	16	7	2	25	31
	Березень	13	13	8	34	27
	Квітень	18	6	9	33	32
	Травень	38	16	34	88	43
	Червень	16	12	8	36	51
	Липень	27	21	0	48	66
	Серпень	21	4	0	25	55
	Вересень	8	8	0	16	40
	Жовтень	0	16	4	20	28
	Листопад	3	9	2	13	40
	Грудень	10	7	2	19	42
2020	Січень	0	3	18	21	34
	Лютий	0	7	2	9	31
	Березень	3	7	2	12	27
	Квітень	5	3	7	15	32
	Травень	31	21	56	108	43
	Червень	33	20	0	53	51
	Липень	0	3	4	7	66
	Серпень	5	0	0	5	55
	Вересень	0	0	0	0	40
	Жовтень	17	18	0	35	28
	Листопад	5	29	19	53	40
	Грудень	3	10	24	37	42
2021	Січень	10	17	5	32	34
	Лютий	11	19	8	38	31
	Березень	14	16	17	47	27
	Квітень	0	7	38	45	32
	Травень	14	43	15	72	43
	Червень	46	32	0	78	51
	Липень	12	16	3	31	66
	Серпень	7	12	0	19	55
	Вересень	9	6	0	15	40

Примітка: СБП* – середні багаторічні дані

З третьої декади червня і до кінця вегетації сорго в 2020 р. опадів фактично не було. За цей час у сумі випало лише 12 мм опадів, які хіба що стимулювали проростання бур'янів у верхньому шарі ґрунту. За цей період у 2019 і 2020 рр. кількість опадів становила 89 і 65 мм відповідно.

У цілому за вегетацію сорго зернового (з травня по жовтень) в погодних умовах 2019, 2020 і 2021 рр. випало 213 мм, 173 і 215 мм опадів відповідно, що значно менше показника кліматичної норми, який становить близько 255 мм. Разом з тим, враховуючи достатню забезпеченість посівів вологою на початкових етапах їх росту та розвитку (ГТК за травень в 2019 і 2021 рр. – 1,9 і 1,6) (табл. 2.2), погодні умови у ці роки в цілому були сприятливі для сорго.

Таблиця 2.2

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за вегетацію рослин сорго зернового

Місяць	Декада	Рік			СБП*
		2019	2020	2021	
Травень	I	2,8	2,8	1,1	1,0
	II	1,0	1,6	2,9	0,8
	III	2,1	4,2	0,9	1,0
	За місяць	1,9	2,9	1,6	0,9
Червень	I	0,8	1,9	2,5	0,8
	II	0,6	1,1	1,6	0,8
	III	0,4	0,0	0,0	0,9
	За місяць	0,6	0,9	1,3	0,8
Липень	I	1,1	0,0	0,5	1,0
	II	0,9	0,1	0,7	1,1
	III	0,0	0,1	0,1	1,0
	За місяць	0,7	0,1	0,4	1,0
Серпень	I	0,9	0,2	0,3	1,0
	II	0,1	0,0	0,6	1,0
	III	0,0	0,0	0,0	0,9
	За місяць	0,3	0,1	0,3	1,0
Вересень	I	0,5	0,0	0,9	0,9
	II	0,5	0,0	0,4	0,9
	III	0,0	0,0	0,0	1,0
	За місяць	0,3	0,0	0,4	0,9

Примітка: СБП* – середні багаторічні показники

У 2020 р. відмічено найбільші відхилення кількості опадів від середніх багаторічних показників (рис. 2.1). Надмірна кількість вологи у травні поряд з

помірними температурами «розтягували» проростання насіння, у подальшому, фактична відсутність опадів після другої декади червня на фоні високих температур у липні, ускладнювали перебіг ростових процесів сорго зернового, що позначилося на його врожайності.

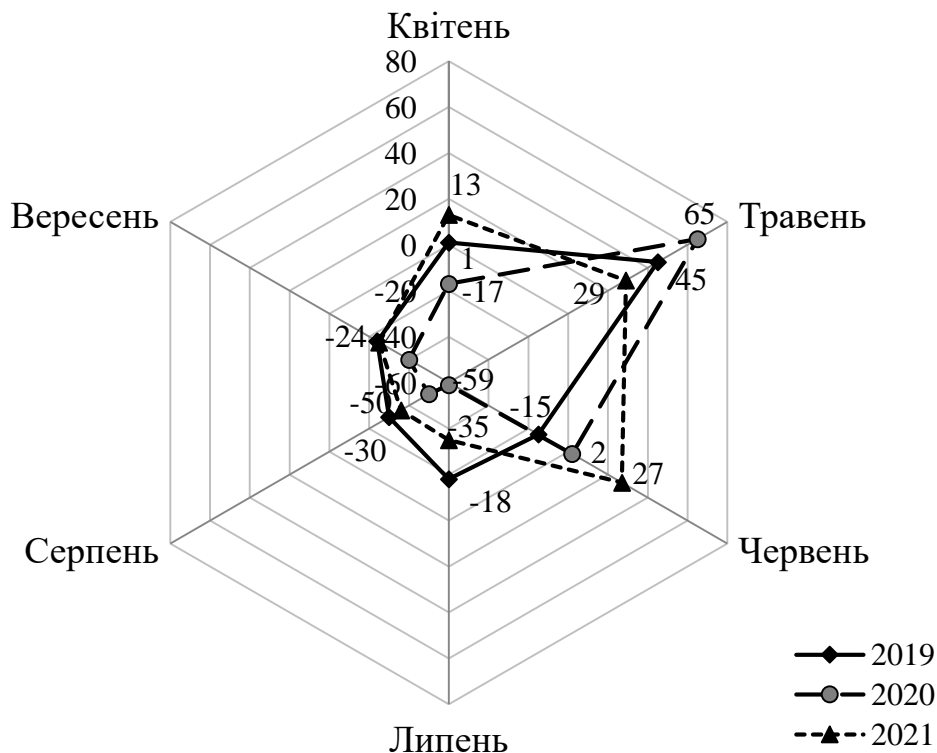


Рис. 2.1. Відхилення суми опадів по місяцях вегетації сорго в роки досліджень від середніх багаторічних показників, мм

Відносно температурного режиму спільним в усі роки були помірна тепла погода на початку росту і розвитку сорго – у травні і червні, та спека в другій половині вегетації – з початку липня до кінця вегетації рослин.

Температурні умови вегетації сорго в 2019 р., за виключенням перших двох декад липня і першої декади серпня, були близькими до середніх багаторічних показників і забезпечували нормальні умови для росту та розвитку сорго. Середня температура у травні та червні становила відповідно 15,4 і 20,1 °С, що фактично на одному рівні з середніми багаторічними даними (табл. 2.3). Середньодобова температура у липні була значно вищою від середнього багаторічного показника. Найбільш спекотною була перша декада липня – середня температура повітря на 3,6 °С перевищувала середній багаторічний показник. Разом із тим, вона не виходила за межі сприятливих для сорго температур.

Таблиця 2.3

Температура повітря в роки досліджень, °С

Місяць	Декади	Рік			СБП*
		2019	2020	2021	
Квітень	1	6,3	7,7	8,6	6,5
	2	8,8	10,2	9,7	8,2
	3	12,2	11,4	12,3	11,3
	Середнє	9,1	9,8	10,2	8,7
Травень	1	13,6	11,0	12,6	14,0
	2	16,2	13,1	14,7	16,0
	3	16,4	13,3	16,2	16,8
	Середнє	15,4	12,5	14,5	15,6
Червень	1	19,0	17,1	18,6	18,9
	2	20,2	18,4	19,7	19,2
	3	21,1	20,8	21,3	20,2
	Середнє	20,1	18,8	19,9	19,4
Липень	1	23,9	26,8	22,2	20,3
	2	22,6	27,3	23,0	21,2
	3	21,4	24,5	21,8	20,9
	Середнє	22,6	26,2	22,3	20,8
Серпень	1	22,5	22,2	20,4	19,8
	2	20,5	21,6	19,6	18,4
	3	18,1	18,5	19,2	17,7
	Середнє	20,4	20,8	19,7	18,6
Вересень	1	15,8	17,1	19,0	16,5
	2	15,5	14,8	16,6	14,0
	3	11,6	12,0	14,2	11,6
	Середнє	14,3	14,6	16,6	14,0
Жовтень	1	10,4	11,2	11,4	9,2
	2	8,8	9,6	10,8	7,5
	3	6,1	7,2	6,6	4,8
	Середнє	8,4	9,3	9,6	7,2

Примітка: СБП* – середні багаторічні показники

Найбільші відхилення температури повітря від середніх багаторічних показників відмічали в 2020 р. (рис. 2.2). Травень був аномально прохолодним, що на фоні надмірних опадів розтягувало проростання насіння, гальмувало ріст і розвиток рослин на початкових етапах. Середньодобова температура за першу, другу і третю декаду травня становила 11,0, 13,1 і 13,3 °С відповідно за середніх багаторічних показників – 14,0, 16,0 і 16,8 °С (табл. 2.3).

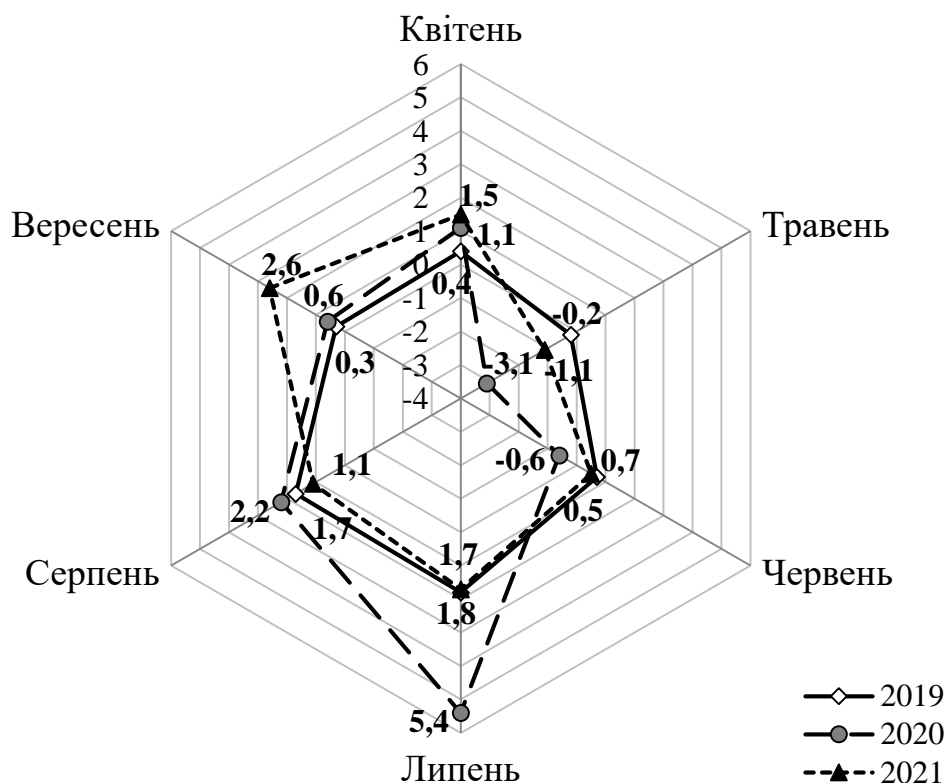


Рис. 2.2. Відхилення середньомісячних температур повітря в роки досліджень від середніх багаторічних показників, °С

Температура повітря у перші дві декади червня також була меншою багаторічних показників. У липні навпаки, вона була аномально високою. Так, протягом перших двох декад, середньодобова температура повітря перевищувала середні багаторічні показники більш, ніж на 6,0 °С, в окремі дні в денні години перевищуючи 35,0 °С. І це при тому, що опадів протягом третьої декади червня і першої декади липня не було. Звісно, це спричиняло стрес у рослин сорго, погіршуючи перебіг ростових процесів і формування врожайності зерна.

Кращі температурні умови для рослин сорго склалися в 2021 р. Температура повітря на початку вегетації рослин цього року була дещо вищою порівняно з 2020 р., водночас меншою порівняно з кліматичною нормою. У липні 2021 р., за виключенням кількох днів у другій декаді, температура становила 20–25 °С. У серпні вона найбільше відповідала біологічним особливостям культури і була близькою до показників кліматичної норми. Так, в першій та другій декадах середньодобова температура повітря в 2019 р. становила 22,5 і 21,6 °С відповідно, у 2020 р. – 22,2 і 20,4 °С і в 2021 р. – 20,4 і 19,6 °С.

У цілому варто відмітити, що погодні умови вегетації рослин сорго значно відрізнялися від середніх багаторічних показників, проте їх порівняння з погодними умовами останніх 10 років свідчить, що вони є фактично типовими, оскільки за рахунок глобальних змін клімату погодні умови місця досліджень змінилися в бік потепління і зменшення кількості опадів. Крім того, вони не виходили за біологічно допустимі межі для рослин сорго зернового, що дало змогу провести повноцінні дослідження, об'єктивно порівняти різні варіанти досліджуваних чинників і зібрати матеріали для написання дисертаційної роботи.

2.3. Характеристика досліджуваних гібридів сорго зернового і стимулятора росту Вегестиму

Для проведення досліджень було обрано сучасні гібриди сорго зернового різних груп стиглості – Сват і Юкі – ранньостиглі гібриди, Іггор і Флагг – середньоранні. Наведемо їхню характеристику.

Гібрид сорго зернового Сват занесений до Державного реєстру рослин України в 2017 р. Його виведено в ДУ Інституті зернових культур НААН. Гібрид Сват відноситься до ранньостиглої групи, має фуражний і зерновий напрям використання і рекомендований для вирощування в Степу та Лісостепу [137].

Рослини цього гібриду заввишки 115–130 см, мають прямостоячу, помірно розлогу червоно-коричневу волоть завдовжки 20–25 см, яка добре продувається. Зернівки мають червоно-коричневе забарвлення, маса 1000 зерен близько 25–27 г. Стебло добре вкрите листям, які досягають довжини 45–50 см і ширини 6–7 см.

У богарних умовах врожайність цього гібриду становить 4,5–5,8 т/га, а в умовах достатньої кількості опадів – до 8,0 т/га і більше. Фаза збиральної стиглості настає в першій-другій декаді вересня. Добре реагує на зрошення та високий агрофон. Має стабільне насінництво [137].

Гібрид сорго зернового Юкі – є одним із найперспективніших зернових гібридів американської компанії «Рейлін», який за пластичністю перевершив відомий гібрид Прайм. Відноситься до гібридів ранньостиглої групи. Тривалість вегетації становить 90–100 днів. У Державний реєстр внесений у 2017 р.

Рослина цього гібриду має коротке стебло, тож на його формування не витрачається зайва волога та поживні речовини. Таким чином, доступну вологу рослина використовує для формування суцвіття. Волоть відкрита і добре провітрюється, тому зерно швидко втрачає вологу під час досягання. Важливою особливістю цього гібриду є висока стійкість до ураження попелицею [146].

Зернівки світло-коричневого кольору, легко вимолочуються, однак не осипаються. За тривалого зберігання (до 8 років) насіння гібриду Юкі не втрачає посівних якостей зокрема, лабораторна схожість і енергія проростання не опускаються нижче 90 %. Маса 1000 зерен становить 24–28 г. Зернівка містить близько 11–12 % білка, до 65 % крохмалю. Вміст таніну відсутній.

До ґрунтів і поживних елементів гібрид не вибагливий, тож є придатним для вирощування на малородючих ґрунтах. Разом з тим, на високому агрофоні та за достатньої кількості поживних речовин гібрид Юкі здатний забезпечити отримання високої врожайності зерна – 10 т/га і вище [146].

Гібрид сорго зернового французької селекції Флагг – новий гібрид середньоранньої групи з тривалістю вегетації 100–110 днів. Рекомендований для вирощування в усіх ґрунтово-кліматичних зонах. Гібрид висококрохмальний, харчового напрямку використання. У Державний реєстр внесений у 2018 р.

Порівняно з більшістю середньоранніх гібридів, він має більш ранній час виходу волоті. Суцвіття видовжене, середньої щільності, ширше у нижній частині. Колоскові луски середньої довжини, при дозріванні набувають червоно-коричневого забарвлення. Зернівка вузько еліптична, у профіль округла [127].

Висота рослин становить 110–130 см. Порівняно з іншими гібридами відрізняється здатністю формувати крупне зерно з масою 1000 шт. – близько 30 г. Зернівка червоного кольору, містить близько 10,5–11,0 % білка, 75–76 % крохмалю, а також характеризується дуже низьким умістом таніну (менше 0,1 %).

Цей гібрид має високу стійкість до стресів абіотичної та біотичної природи. Стійкість рослин до вилягання становить 9 балів, до осипання – 8. Гібрид має дуже високу стійкість до збудників сажки і гельмінтоспориозу (9 балів), а також до ураження кукурудзяним метеликом [127].

Французький гібрид сорго зернового Іггор – новий перспективний гібрид червонозерного сорго середньоранньої групи. Його оригінатором, як і гібриду Флагг, є компанія RAGT. Вирощується на зерно, для виробництва крохмалю та спирту. Характеризується високою стійкістю проти вилягання, має високу жаро- та посухостійкість. Рекомендований для вирощування в усіх ґрунтово-кліматичних зонах. У Державний реєстр внесений у 2017 р.

Рослини низькорослі завдяки чому економніше використовують вологу та поживні речовини. Рослини формують напіврозлогу волоть. Морфологічною особливістю цього гібриду є інтенсивно-зелене забарвлення листків, яке зберігається до морозів. Гібрид Флагг характеризується підвищеною стійкістю проти хвороб, високою адаптивністю та потенціалом урожайності зерна 10 т/га і вище. Тривалість вегетації залежно від погодних умов становить 115–125 днів. Маса 1000 зерен біля 33 г. Зерно містить біля 13 % білка і до 70 % крохмалю [128].

Стимулятор росту Вегестим є препаратом широкого спектру дії від українського виробника ТОВ «Високий урожай». Його отримано на основі природних і синтетичних регуляторів росту. Вміст фітогормонів становить 26 г/л (фітогормони гібберелінового, цитокінінового та ауксинового типу). До його складу входять амінокислоти, насичені й ненасичені жирні кислоти, олігоцукри. Він містить бор, ряд мікроелементів у формі хелатів, а саме: Zn (0,9 г/л), Fe (2,4 г/л), Mn (2,4 г/л), Mg (3,2 г/л), Co (0,024 г/л), Cu (0,9 г/л), Mo (0,06 г/л), а також поліетиленгліколи – ПЕГ-200, 400 і 600 у кількості по 60 г/л кожного [40, 41].

Вегестим гарантовано підвищує енергію проростання та польову схожість насіння, урожайність та якість продукції, сприяє зменшенню враження рослин хворобами, активізує поділ клітин рослин, забезпечує розвиток більш потужної кореневої системи, формування більшої площі листової поверхні рослин і вищий вміст пігментів фотосинтезу в листках, підвищує стійкість рослин до стресових абіотичних і біотичних чинників, знижує фітотоксичний вплив пестицидів.

Препарат рекомендують застосовувати для обробки насіння зернових культур, у тому числі сорго з розрахунку 250 мл/т і для позакореневого внесення від фази куціння до колосіння (викидання волоті) в разовій дозі 50–75 мл/га.

2.4. Схеми дослідів, методика і програма досліджень

Біологічні й агротехнічні основи вирощування гібридів сорго зернового різних груп стиглості визначали протягом 2019–2021 рр. на базі шестипільної зерно-паро-просапної сівозміни ФГ «Дюніс» розташованого в південній частині Сватівського району Луганської області.

Польові й лабораторні дослідження проводили з використанням загальноприйнятих методик [124, 143, 154]. Складові варіанти досліджуваних чинників і вибір гібридів проводили з урахуванням актуальних державних завдань і перспектив розвитку сільського господарства України. Вибору досліджуваних чинників і їх варіантів передував аналіз матеріалів наукової літератури. Виходячи з конкретного набору чинників і варіантів, а також враховуючи наявні площі та матеріально-технічну базу господарства, розробляли схематичний план, програму досліджень, обирали відповідні методики для її проведення. Тема, її актуальність, новизна, практичне значення, схематичні плани, методики та програма досліджень обговорювалися та затверджувалися на засіданні кафедри рослинництва та вченій раді агрономічного факультету ХНАУ ім. В.В. Докучаєва.

Для вирішення запланованих програмою досліджень завдань було закладено два польові досліді та теми: «Вплив поєднання різних варіантів норми висіву і ширини міжрядь на ріст, розвиток рослин, урожайність і якість зерна гібридів сорго зернового різних груп стиглості в Північно-східному Степу України» та «Вплив різних варіантів застосування багатокomпонентного стимулятора росту Вегестиму на продуктивність і якість зерна сорго зернового різних груп стиглості в умовах Північно-східного Степу України».

Схема першого (трифакторного) досліді: три варіанти міжрядь (чинник *A*) – 35 см, 45 і 70 см (ділянки першого порядку); два гібриди сорго (чинник *B*) – ранньостиглий Сват і середньоранній Флагг (ділянки другого порядку); чотири норми висіву – 100, 140, 180 і 220 тис. шт./га (ділянки третього порядку) (рис. 2.3). Кількість варіантів у досліді – 24 шт., загальна кількість облікових ділянок – 72 шт. Повторність у досліді триразова, повторення розміщені трьома ярусами. Площа посівної і облікової ділянки становила 100,0 і 80,0 м² відповідно. Загальна

площа під дослідом з рахуванням бічних і кінцевих захисних смуг близько 0,82 га. Агротехніка в досліді була загальноприйнятою для району досліджень за виключенням поставлених на вивчення варіантів чинників.

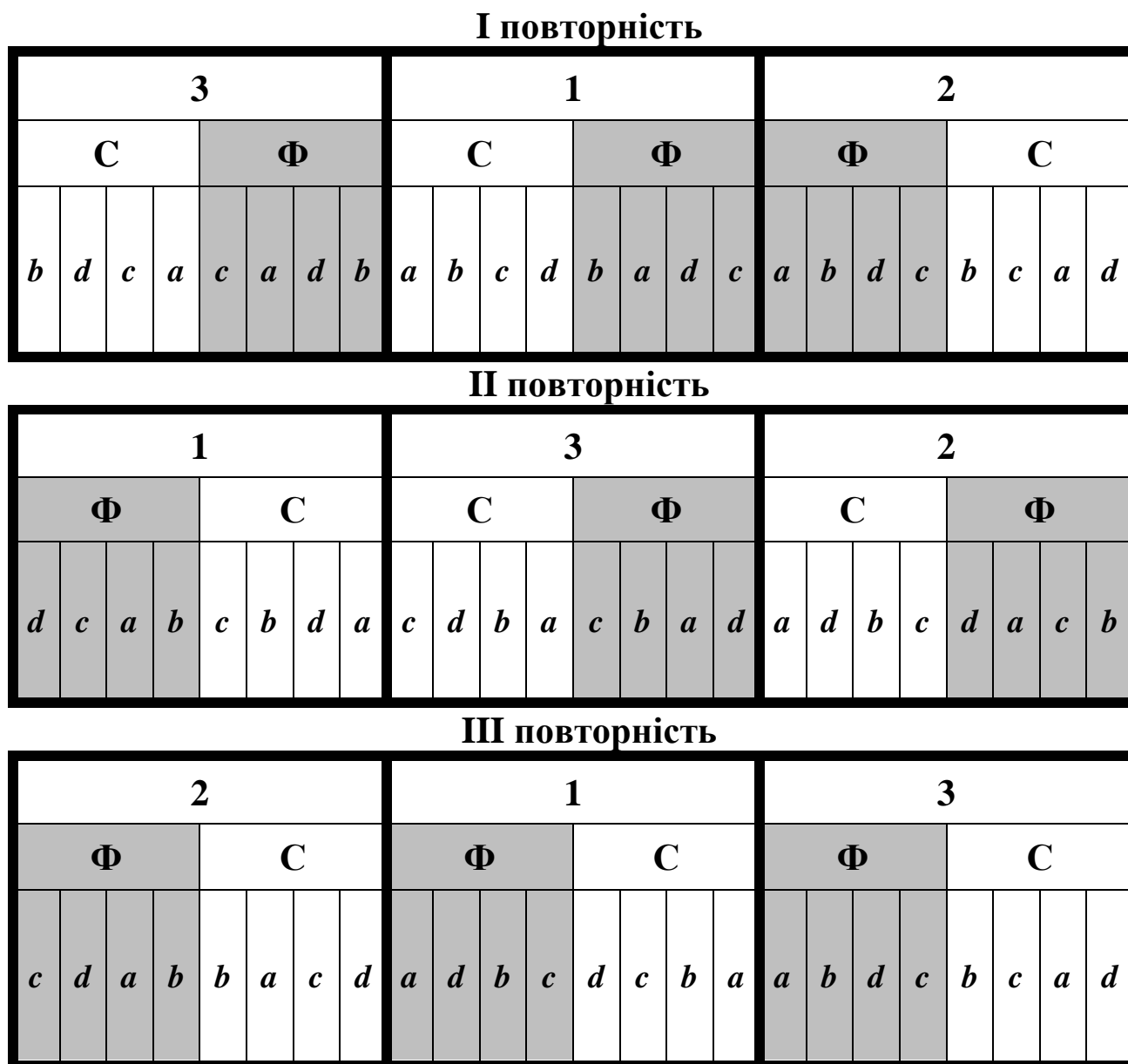


Рис. 2.3. Схематичний план першого досліді

Умовні позначення. Ширина міжрядь (ділянки першого порядку): 1 – 35 см, 2 – 45 см, 3 – 70 см. Гібриди сорго зернового (ділянки другого порядку): С – Сват, Ф – Флагг. Норма висіву насіння (ділянки третього порядку): *a* – 100 тис. шт./га; *b* – 140; *c* – 180; *d* – 220 тис. шт./га.

У другому (двохфакторному) досліді вивчали чотири гібриди сорго зернового (чинник *B*) – Сват, Юкі, Іггор і Флагг (ділянки першого порядку) і шість варіантів застосування стимулятора росту Вегестиму (чинник *D*): 1 – перший контроль (без обробки насіння); 2 – другий контроль (обробка насіння

водою); 3 – обробка насіння Вегестимом з розрахунку 250 мл/т; 4 – обробка насіння + позакореневе підживлення на початку трубкування (31–32 мікрофаза) у дозі 50 мл/га; 5 – обробка насіння + позакореневе підживлення на початку викидання волоті (51–52 мікрофаза) у дозі 50 мг/га; 6 – передпосівна обробка насіння + два позакореневі підживлення під час мікрофаз 31–32 і 51–52 в разовій дозі внесення – по 50 мг/га (рис. 2.4).

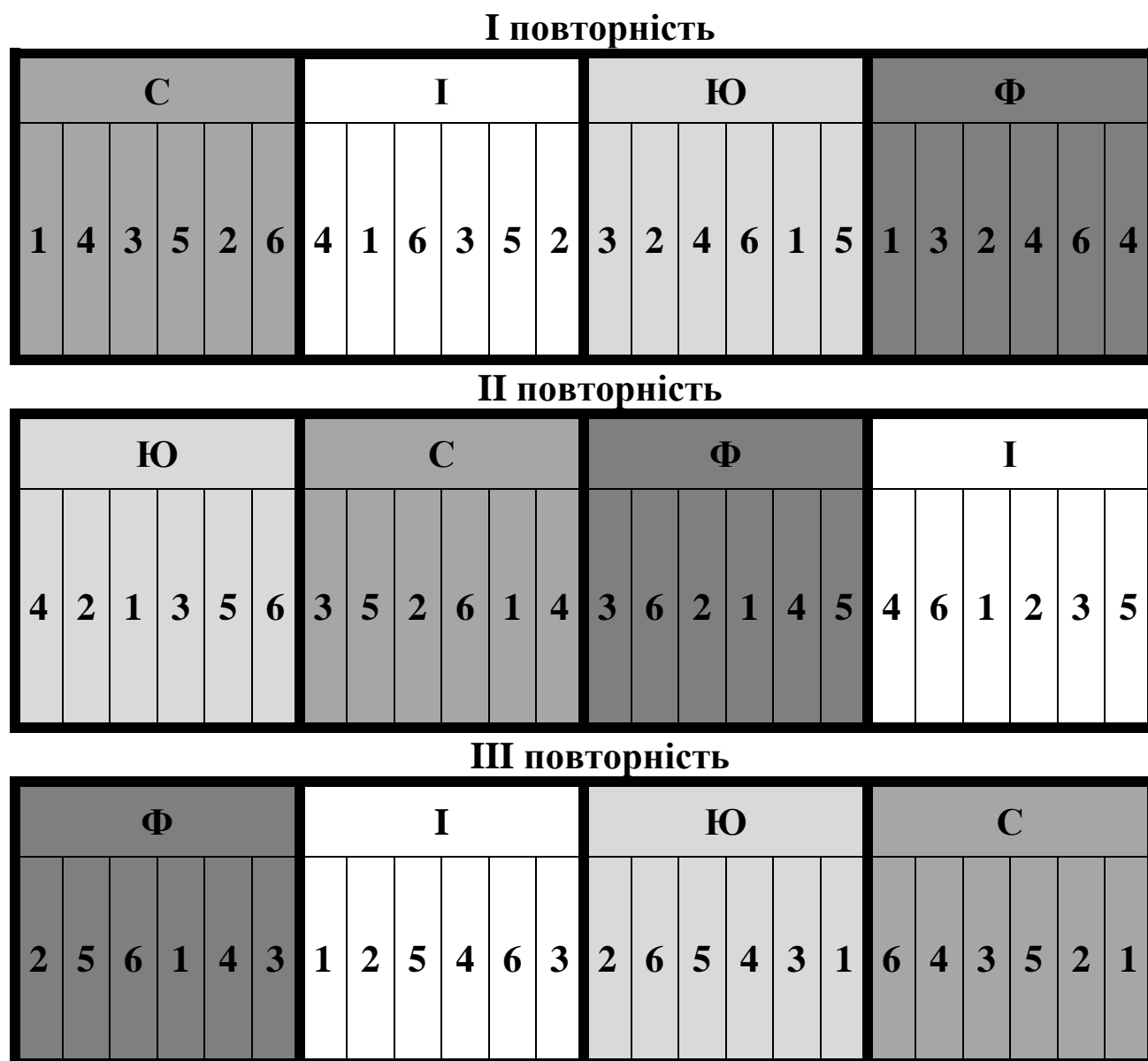


Рис. 2.4. Схематичний план другого дослідження

Умовні позначення. Гібриди сорго зернового (ділянки першого порядку): І – Іггор; Ю – Юкі; С – Сват; Ф – Флагг. Варіанти чинника D (ділянки другого порядку): 1 – контроль (сухе насіння); 2 – насіння оброблене водою; 3 – обробка насіння Вегестимом; 4 – обробка насіння + підживлення Вегестимом на початку виходу в трубку; 5 – обробка насіння + підживлення на початку викидання волоті; 6 – обробка насіння + два підживлення Вегестимом на початку фаз виходу в трубку та викидання волоті.

Кількість варіантів у досліді – 24 шт., загальна кількість облікових ділянок – 72 шт. Повторність триразова, повторення розміщені в трьох ярусах. Площа посівної і облікової ділянки досліді становила 100,0 і 80,0 м² відповідно. Загальна площа другого досліді з урахуванням бічних і кінцевих захисних смуг – 0,80 га.

Сівбу в обох дослідіх проводили бразильською універсальною сівалкою *Semeato SHM 11/13*, яка розрахована для сівби зернових і технічних культур у діапазоні міжрядь від 17 до 70 см. Ця сівалка забезпечує високоточну сівбу будь-якого насіння в діапазоні норми висіву насіння від 0,5 до 400 кг/га. Основні та допоміжні обліки, спостереження й відбір зразків проводили у чотирьох повтореннях на спеціально для цього передбачених лабораторних смугах.

Агротехніка вирощування сорго зернового у проведених польових дослідженнях була загальноприйнятою для Північного Степу України, за винятком досліджуваних варіантів чинників. Попередником у досліді була пшениця озима, яку вирощували з урахуванням агротехнічних рекомендацій вирощування прийнятих для району проведення досліджень. Після збирання пшениці озимої поле двічі лушили дисковою бороною БДТ-3,0 на глибину 10–12 см з інтервалом у два тижні, що дало можливість знищити значну кількість сходів бур'янів і загорнути рослинні рештки в ґрунт. Після відростання бур'янів проводили оранку на глибину 25–27 см плугом ПОНМ 3–35.

Передпосівний обробіток ґрунту проводили у відповідності з агрозаходами загальноприйнятими для регіону досліджень. Весняний комплекс робіт розпочинали з ранньовесняного боронування ґрунту після настання його фізичної стиглості. У подальшому робили дві культивації – першу на глибину 10–12 см, другу (передпосівну) – 6–8 см.

Одразу після сівби ґрунт прикочували кільчасто-шпоровими котками ЗККШ-6. Посіви боронували. Під час 50–52 мікрофаз за міжнародною шкалою ВВСН проти шкідників і хвороб посіви обприскували фунгіцидом Імпакт Т (0,8 л/га) у баковій суміші з інсектицидом Фосорган Дуо (0,3 л/га). Протягом вегетації проводили кілька міжрядних прополювань для знищення бур'янів.

Програма проведення досліджень

Програма досліджень передбачала порівняння ефективності обраних для вивчення варіантів досліджуваних чинників, визначення їх впливу на тривалість проходження фенофаз росту та розвитку рослин, динаміку формування біометричних показників, структурні елементи врожаю, рівень продуктивності рослин, врожайність і якість зерна.

Супутні спостереження, обліки й аналізи проводили за загально-прийнятими методиками агрохімічних і біологічних досліджень, а саме:

– час настання і тривалість фенологічних фаз росту та розвитку досліджуваних гібридів сорго зернового визначали згідно з «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [108], а також фазами та мікрофазами за міжнародною шкалою ВВСН [13];

– обліки, спостереження та аналізи проводили відповідно до методики проведення польового дослідження [124] та дослідної справи в агрономії [163];

– польову схожість насіння, густоту сходів і збереженість рослин розраховували за відомими методиками [129];

– площу листової поверхні рослин у динаміці росту та розвитку розраховували методом висічок запропонованим А.А. Ничипоровичем [153];

– висоту рослин визначали шляхом вимірювання вибірки рослин, повітряно-суху вегетативну масу однієї рослини та рослин з одиниці площі визначали шляхом висушування та зважування рослинних зразків використовуючи загальноприйнятну методику [113];

– фотосинтетичний потенціал (тис. $\text{м}^2 \cdot \text{діб}/\text{га}$) посівів сорго зернового за певні міжфазні періоди та в цілому за вегетацію розраховували за формулою Кіде, Веста і Брігса [139];

– чисту продуктивність фотосинтезу ($\text{г}/\text{м}^2$ за добу) за окремі інтервали та у цілому за вегетаційний період досліджуваних гібридів сорго розраховували за формулою запропонованою Н.П. Решецьким [183];

– урожайність зерна визначали під час фази твердої стиглості (92-га мікрофаза за шкалою ВВСН) шляхом суцільного обмолоту на всіх облікових

ділянках дослідів. Одночасно зі зважуванням зернової маси відбирали їхні проби для визначення вмісту вологи. Отримані результати з ділянок переводили на один гектар з урахуванням поправки на базисну вологість (14,0 %) за формулою:

$$Y = Y_{\phi} (100 - B_{\phi}) / (100 - B_6),$$

де: Y – урожайність зерна за базисної вологості (14,0 %), т/га; Y_{ϕ} – урожайність зерна за фактичної вологості, т/га; B_{ϕ} – вологість зерна фактична, %; B_6 – вологість зерна базисна, %;

– структурні елементи врожаю визначали відповідно до Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [151]. З кожної облікової ділянки дослідів відбирали 20 типових рослин і визначали: кількість рослин у перерахунку на 1 га; висоту рослин, довжину волоті головного стебла, кількість волотей головних і бічних стебел на 1 га; діаметр головного стебла в мм; кількість зерен у волоті головного та бічного стебел у шт.; масу 1000 зерен з волоті головного та бічного стебел у г; масу зерен з волоті головного та бічного стебел у г; біологічну врожайність зерна головної та бічної системи стебел у т/га;

– якісні показники зерна сорго визначали на базі спеціалізованої лабораторії НВК «Квадрат»: вміст сирого протеїну розраховували методом мінералізації сульфатною кислотою в присутності каталізатора за Штейном-Муром, вміст крохмалю – методом розчинення в гарячому розчині соляної кислоти з подальшим дослідженням на поляриметрі;

– розрахунок показників економічної ефективності застосування різних варіантів досліджуваних чинників (витрати на вирощування, вартість врожаю, прибуток, собівартість і рентабельність) проводили за цінами, що склалися на грудень 2022 р. відповідно до методики проведення розрахунків економічної ефективності вирощування [99];

– розрахунки енергетичної ефективності застосування різних варіантів досліджуваних чинників (витрати енергії на 1 га, енергію акумульовану врожаєм зерна, коефіцієнт енергетичної ефективності та енергетичну собівартість) проводили за загальноприйнятими методиками [97, 150];

– статистичну оцінку основних результатів досліджень (дисперсійний, кореляційний, регресійний і факторний аналізи) проводили вручну, а також використовуючи пакети ліцензійних комп'ютерних програм Microsoft Office Excel (2007 р.) і STATISTICA–6,0 (номер ліцензії – ВХХР502С631824 NET3).

Висновки до розділу 2

1. Ґрунтово-кліматичні умови є типовими для Північно-східного Степу України і придатними для вирощування сорго зернового. Погодні умови вегетації значно відрізнялися від середніх багаторічних показників і між собою. В усі роки спільним були відносно низькі показники температури повітря і достатня кількість вологи на початку росту та розвитку сорго. Літом температура повітря, особливо в 2020 р., значно перевищувала середні багаторічні показники, тоді як опадів було значно менше, особливо посушливим цей період був у 2020 р. Зокрема, за липень і серпень у 2019, 2020 і 2021 рр. випало лише 73 мм, 12 і 50 мм відповідно, за середнього багаторічного показника – 121 мм. Разом з тим, протягом останніх років такі погодні умови стали вже нормою для району досліджень, тож можна констатувати, що дослідження були проведені в типових умовах, які мали як спільні, так і відмінні тенденції температурних показників, кількості опадів і їх розподілу, що дало отримати достатньо цінні матеріали.

2. Для досліджень було обрано сучасні перспективні гібриди сорго зернового різних групи стиглості. У другому досліді в якості стимулятора росту рослин було обрано сучасний комплексний препарат, який показує високу конкурентоспроможність порівняно з іншими препаратами цієї групи. Дослідження проводили з використанням сучасної техніки.

3. Методика польових дослідів, програма проведення досліджень і методи що залучалися для її виконання, відповідають поставленим задачам дисертаційної роботи, дозволяють сформулювати об'єктивні висновки і надати практично значущі рекомендації виробництву.

РОЗДІЛ 3

РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ШИРИНИ МІЖРЯДЬ, НОРМИ ВИСІВУ НАСІННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ СТИМУЛЯТОРУ РОСТУ

3.1 Час настання та тривалість фенологічних фаз росту та розвитку гібридів сорго різних груп стиглості залежно від ширини міжрядь, норми висіву та варіантів застосування стимулятора росту

Реалізація генетичного потенціалу продуктивності польових культур значною мірою залежить від тривалості перебігу окремих фаз росту та розвитку, а також від тривалості вегетаційного періоду в цілому. Подовження окремих фаз за впливу складових елементів технології вирощування позитивно впливає на формування вищої продуктивності рослин. Тривалість інших фаз має менший вплив на реалізацію продуктивного потенціалу рослин.

Значний вплив на швидкість перебігу ростових процесів чинять густота посівів і система живлення рослин. Враховуючи це, нами було проведено дослідження з визначення комплексного впливу складових елементів технології вирощування на тривалість окремих фаз росту та розвитку рослин сорго зернового гібридів різних груп стиглості.

Встановлено певні закономірності впливу досліджуваних чинників і погодних умов на тривалість окремих фаз росту та розвитку рослин сорго зернового різних. Тривалість періоду від сходів до виходу рослин у трубку із загущенням посівів скорочувалася, і це логічно, оскільки з підвищенням конкуренції між рослинами, вони намагаються швидше перейти до фази виходу в трубку, аби випередити в рості своїх конкурентів. Так, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га тривалість цього міжфазного періоду в середньому скорочувалася на дві доби – з 38 до 36 діб (табл. 3.1).

Різниця між тривалістю міжфазного періоду сходи-кущіння за впливу досліджуваних варіантів міжрядь також становила два дні. Зокрема, на варіантах з міжряддями 35 см тривалість цього періоду становила 38 днів, а з міжряддями

Таблиця 3.1

Тривалість фенофаз і міжфазних періодів росту та розвитку рослин сорго зернового різних груп стиглості залежно від сполучення різних варіантів ширини міжрядь з нормою висіву в середньому за 2019-2021 рр., діб

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Фенофази і міжфазні періоди					Тривалість вегетації, діб
			I*	II	III	IV	V	
35	Сват	100	37	11	10	42	11	111
		140	37	11	10	42	11	111
		180	37	10	10	42	11	110
		220	37	10	11	41	11	109
	Флагг	100	38	13	11	42	12	117
		140	38	13	11	42	12	116
		180	38	13	11	42	12	116
		220	38	12	12	41	12	115
45	Сват	100	37	11	10	42	11	111
		140	36	11	10	42	11	111
		180	36	10	11	41	11	109
		220	36	9	11	40	11	108
	Флагг	100	38	13	11	42	12	116
		140	38	13	11	42	12	116
		180	38	11	11	41	12	114
		220	37	11	11	41	12	113
70	Сват	100	36	11	10	42	11	110
		140	36	10	10	41	11	109
		180	35	10	11	41	11	108
		220	35	9	12	40	11	107
	Флагг	100	38	13	11	42	12	116
		140	37	12	12	42	12	115
		180	37	11	13	41	12	113
		220	36	10	13	40	12	111
Середнє за чинником А		35	38	12	11	42	12	114
		45	38	11	11	42	12	113
		70	36	11	12	41	12	111
Середнє за чинником А	Сват		36	10	11	41	11	110
	Флагг		38	12	12	41	12	114
Середнє за чинником А		100	38	12	11	42	12	114
		140	37	12	11	42	12	113
		180	37	11	11	41	12	112
		220	36	10	12	41	12	111
Середнє по досліді			37	11	11	42	12	113

Позначення: * – фенофази і міжфазні періоди: I – сходи-кущіння; II – вихід у трубку; III – викидання волоті; IV – цвітіння-м'яке зерно; V – тверде зерно-фізіологічна стиглість.

70 см – 36 днів. Важливо відмітити, що тривалість цього періоду на варіантах з міжряддями 35 і 45 см у середньому за іншими чинниками була однаковою, що з одного боку свідчить про меншу конкуренцію між рослинами на ранніх стадіях їх росту та розвитку зумовлену меншими розмірами рослин, а з іншого – незначною різницею між варіантами з міжряддями 35 і 45 см. Разом з тим слід наголосити, що різниці між цими варіантами не встановлено саме на старті росту та розвитку рослин, крім того в розрізі років відмічено іншу тенденцію, а саме, – з розширенням міжрядь від 35 до 45 см час від сходів до виходу рослин у трубку скорочувався. Так, у 2019 і 2020 рр. з розширенням міжрядь від 35 до 45 см тривалість цього періоду скорочувалася на одну добу (дод. А.1-А.2).

Вплив норми висіву вищим був на варіантах з найширшими міжряддями, що свідчить про взаємодію цих чинників. Так, на варіантах з міжряддями 35 см тривалість періоду від початку сходів до виходу в трубку в середньому за роками в гібриду Сват з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га скорочувалася на дві доби, тоді як на варіантах з міжряддями 70 см – на три доби.

У плані реалізації генетичного потенціалу продуктивності, тривалість міжфазного періоду сходи-кущіння має важливе значення. У цей час відбувається закладання бічних стебел від яких значною мірою залежить рівень майбутньої врожайності зерна. Чим більша його тривалість, тим більше часу для закладання бічних стебел, тим більше можливостей у рослин реалізувати свій генетичний потенціал. Тож, збільшення тривалості цього міжфазного періоду позитивно відобразатиметься на рівні врожайності зерна сорго зернового.

Виходячи з цього, вужчі міжряддя і менша норма висіву забезпечують більш сприятливі передумови для отримання вищої врожайності зерна. При цьому варто відмітити, що у варіантах з найвужчими міжряддями діапазон норми висіву, в якому не спостерігалось скорочення тривалості міжфазного періоду сходи-кущіння був вищим – від 100 до 140 тис. шт./га на посівах гібриду сорго Сват і від 100 до 180 тис. шт./га – на посівах гібриду сорго Флагг. За роками досліджень відмічена подібна тенденція (дод. А.1-А.3).

Тривалість фази виходу в трубку обох гібридів сорго також зазнавала змін за впливу досліджуваних чинників. З підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га тривалість цієї фази в середньому скорочувалася на дві доби – з 12 до 10 днів. При цьому за норм висіву насіння 100 і 140 тис. шт./га вона була однаковою – 12 днів, а це свідчить про те, що в цьому діапазоні норми висіву зростання конкуренції не має впливу на тривалість проходження цієї фази.

Варто відмітити взаємодію ширини міжрядь з нормою висіву яка полягає в тому, що за вужчих міжрядь різниця між тривалістю цієї фази за досліджуваних норм висіву була меншою. Так, на варіантах з міжряддями 35 см різниця між тривалістю цієї фази обох гібридів за впливу норми висіву становила лише добу, а з міжряддями 70 см – три доби. Крім того, при міжряддях 35 см тривалість фази виходу в трубку в діапазоні норми висіву насіння від 100 до 180 тис. шт./га була однаковою, тоді як на варіантах з міжряддями 70 см вже з її підвищенням до 140 тис. шт./га тривалість цієї фази в обох гібридів сорго скорочувалася на добу.

Фаза виходу в трубку за аналогією з фазою кущіння відіграє важливу роль оскільки саме в цей час формуються квітки, відбувається сегментація їх органів. Тож, ця фаза відповідає за озерненість волоті, і чим повільніше вона протікає, тим кращі умови для формування більшої кількості зерен у волоті. Виходячи з цього, поєднання варіантів з міжряддями 35 см з нормами висіву насіння в діапазоні від 100 до 180 тис. шт./га, завдяки більшій тривалості цієї фази, закладають кращу основу для формування більшої продуктивності досліджуваних гібридів сорго.

Вплив досліджуваних чинників на мінливість тривалості фази викидання волоті досліджуваних гібридів сорго порівняно з попередніми фазами був значно менший. Зокрема, на варіантах з міжряддями 35 і 45 см, як і за норм висіву насіння 100, 140 і 180 тис. шт./га тривалість цієї фази в гібридів Сват і Флагг у середньому за роками була однаковою – 11 діб (див. табл. 3.1).

Вплив норми висіву на тривалість викидання волоті обох гібридів сорго вищим був на варіантах з міжряддями 70 см. Це логічно, адже рівень конкуренції між рослинами з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га на цих варіантах зростатиме значно сильніше, ніж на варіантах з міжряддями 35 см.

Під час викидання волотей завершується формування всіх органів суцвіть сорго, закладання нових органів не відбувається, тож, логічно припустити, що сильного зв'язку між тривалістю цієї фази і зерною продуктивністю рослин немає. Навпаки, чим скоріше рослини пройдуть цю фазу, тим скоріше вони почнуть цвісти і тим скоріше перейдуть до формування і наливання зернівки.

Виходячи з цього, відмічається перевага звужених міжрядь у поєднанні з нормою висіву від 100 до 180 тис. нас./га, оскільки на цих варіантах тривалість фази викидання волоті обох гібридів сорго скорочувалася на одну добу, порівняно з варіантами з більшою густотою рослин і ширшими міжряддями.

Цвітіння є генетично зумовленою ознакою і фактично не залежить від технології вирощування. Значно більший вплив на тривалість цієї фази чинять погодні умови. Звісно за підвищеної вологості і невисокої температури повітря тривалість цієї фази зростає, а за високої температури навпаки, – скорочується.

Значно більший інтерес становить тривалість фаз формування і м'якої стиглості зерна, оскільки практика показує можливість впливу варіантів елементів технології вирощування на їх тривалість. Безперечно, за більшої тривалості цих фаз, процес формування і наливу зерна покращується. Те саме стосується тривалості фази твердого зерна.

Тривалість міжфазного періоду цвітіння-м'яке зерно не зазнавала значних змін за впливу досліджуваних чинників, проте відмічалася тенденція збільшення тривалості цього періоду на варіантах з вужчими міжряддями в поєднанні з нормами висіву насіння 100 і 140 тис. шт./га. Так, на варіантах поєднання міжрядь 35 і 45 см з цими нормами висіву тривалість цього міжфазного періоду в середньому за роками у гібридів Сват і Флагг становила 42 доби, а на варіантах поєднання норми висіву насіння 180 і 220 тис. шт./га з міжряддям 70 см – 41 добу.

Вплив норми висіву на тривалість міжфазного періоду цвітіння-м'яке зерно вищим був на варіантах з міжряддями 70 см. Так, з її підвищенням від 100 до 220 тис. шт./га, тривалість цього періоду в обох гібридів сорго в середньому скорочувалася на дві доби, а на варіантах з міжряддями 35 см – на добу. Схожа закономірність відмічалася в усі роки.

Таким чином, надання рослинам більшої площі живлення і покращення її форми за рахунок звуження міжрядь, створює кращі умови для формування і наливу зерна, оскільки при цьому тривалість цього періоду зростає. Відмічена тенденція характерна для обох досліджуваних гібридів сорго.

У розрізі порівнянь ефектів взаємодії досліджуваних чинників, тривалість вегетації найбільшою була на варіантах поєднання норм висіву насіння 100 і 140 тис. шт./га з міжряддями 35 і 45 см – 111 діб у ранньостиглого гібриду Сват і 116–117 діб – у середньораннього гібриду Флагг.

Погодні умови істотно впливали на тривалість окремих фаз росту та розвитку рослин сорго зернового. Найбільший вплив вони чинили на тривалість міжфазного періоду цвітіння-м'яке зерно. Так, в середньому за варіантами міжрядь і норми висіву тривалість цього періоду в гібриду Сват у 2019, 2020 і 2021 рр. становила 41, 44 і 38 діб, в гібриду Флагг – 42, 45 і 37 діб відповідно.

У другому досліді також відмічено зміни тривалості окремих міжфазних періодів і вегетації гібридів сорго. Однак вплив досліджуваних варіантів стимулятора росту Вегестиму був значно меншим порівняно з досліджуваними в першому досліді варіантами поєднаннями норми висіву з різними міжряддями.

Обробка насіння не впливала на зміну тривалості міжфазного періоду сходи-викидання волоті. Його тривалість на контролях і варіанті обробки насіння стимулятором росту Вегестимом у ранньостиглих гібридів сорго зернового Юкі і Сват в середньому за роками становила 63 і 66 діб, а в середньоранніх гібридів Іггор і Флагг – 73 і 69 діб відповідно (табл. 3.2).

Аналогічна тенденція відмічалася в усі роки. Зокрема, тривалість часу від початку сходів до викидання волоті на цих варіантах у гібридів Іггор, Юкі, Сват і Флагг у 2019 р. становила – 71, 61, 63 і 67 діб, у 2020 р. – 70, 63, 66 і 67 діб і в 2021 р. – 77, 66, 69 і 74 діб відповідно (дод. А.4-А.6).

Більший вплив на тривалість цього періоду мали погодні умови. Довшим цей період був у 2021 р. Порівняно з попередніми роками його тривалість в усіх гібридів сорго зростала на 4–7 діб, що пов'язано з невисокою температура повітря та меншим дефіцитом вологи під час проходження цього періоду.

Таблиця 3.2

Тривалість міжфазних періодів росту та розвитку гібридів сорго зернового різних груп стиглості за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестиму в середньому за 2019–2021 р., діб

Гібрид (чинник <i>B</i>)	Застосування Вегестиму (чинник <i>D</i>)	Фази й міжфазні періоди			Тривалість вегетації, діб
		сходи-викид. волоті	цвіт.-молоч. стиглість	ТЗФС**	
Іггор	1*	73	33	13	119
	2	73	33	13	119
	3	73	33	13	119
	4	72	33	13	117
	5	73	33	13	119
	6	72	33	13	118
Юкі	1	63	29	10	102
	2	63	29	10	102
	3	63	29	10	102
	4	63	28	11	102
	5	64	28	11	103
	6	63	28	11	102
Сват	1	66	29	11	106
	2	66	29	11	106
	3	66	29	11	106
	4	66	29	11	106
	5	66	28	12	106
	6	66	28	12	106
Флагг	1	69	30	12	112
	2	69	30	12	112
	3	69	30	12	112
	4	69	30	13	111
	5	70	29	13	112
	6	68	29	13	110
Середнє за чинником <i>B</i>	Іггор	72	33	13	118
	Юкі	63	28	11	102
	Сват	66	29	11	106
	Флагг	69	30	13	112
Середнє за чинником <i>D</i>	1	68	30	11	109
	2	68	30	11	110
	3	68	30	11	111
	4	67	30	12	109
	5	68	29	12	110
	6	67	29	12	109

Примітка: * – варіанти чинника *D*: 1 – сухе насіння; 2 – насіння оброблене водою; 3 – обробка насіння Вегестимом; 4 – обробка насіння + підживлення Вегестимом на початку виходу в трубку; 5 – обробка насіння + підживлення на початку викидання волоті; 6 – обробка насіння + два підживлення Вегестимом на початку фази виходу в трубку та викидання волоті. ТВЗФ – міжфазний період – тверде зерно-фізіологічна стиглість.

Серед досліджуваних гібридів сорго найдовшим міжфазний період початок сходів-викидання волоті був у гібриду Іггор. У середньому за роками на перших трьох варіантах чинника *B* він становив 73 доби. У гібриду Флагг він тривав 69 діб, в ранньостиглих гібридів Юкі і Сват – 63 і 66 діб відповідно.

Позакореневі підживлення Вегестимом на фоні обробки насіння впливали на зміну тривалості періоду сходи-викидання волоті, однак це була скоріше тенденція ніж закономірність, оскільки по-перше, – різниця між тривалістю була не більше однієї-двох діб, по друге, – вплив підживлень на зміну тривалості цього періоду в гібридів проявлявся по різному. До того ж, у роки досліджень ця тенденція теж була протилежною. Так, у 2019 і 2020 рр. підживлення приводили до скорочення тривалості цього періоду в гібриду сорго Іггор на дві–три доби тоді як у 2021 р. навпаки, – до його розтягування на одну–дві доби. Подібна тенденція відмічалася й по інших досліджуваних гібридах сорго зернового.

Тривалість міжфазного періоду цвітіння–м'яке зерно також здебільшого залежала від особливості гібридів. Так, розбіжність за тривалістю цього періоду між досліджуваними гібридами в середньому за три роки становила п'ять діб, а за впливу варіантів застосування стимулятора росту Вегестиму – лише одну добу.

У середньому за три роки тривалість цього періоду найдовшою була в середньораннього гібрида Іггор – у середньому за варіантами застосування Вегестиму – 33 доби, а найкоротшою в ранньостиглого гібриду Юкі – 28 діб. Тривалість цього періоду в гібридів Сват і Флагг становила 29 і 30 діб відповідно.

У середньому за роками та гібридами позакореневе підживлення на початку викидання волоті сприяло скороченню тривалості періоду цвітіння–м'яке зерно на одну добу. Проте у розрізі гібридів і різних погодних умов ця тенденція не підтвердилася. Так, впливу позакореневих підживлень Вегестимом на тривалість цього періоду в гібрида Іггор не було, тоді як у інших гібридів на варіантах проведення підживлення на початку викидання волоті, він скорочувався на добу.

У 2019 і 2020 рр. тривалість періоду цвітіння–м'яке зерно досліджуваних гібридів сорго на всіх варіантах застосування Вегестиму була однаковою, тобто була різниця лише між гібридами. У 2021 р. відмічали помітне скорочення його

тривалості в усіх гібридів на варіантах проведення позакореневих підживлень. Зокрема, на варіантах проведення двох позакореневих підживлень Вегестимом, в гібридів Іггор, Юкі і Сват він скорочувався на дві доби, а в гібриду Флагг на три.

У цілому, покращення умов росту та розвитку рослин має сприяти подовженню фаз формування та наливання зерна. У нашому досліді навпаки, – їх тривалість у 2021 р. скорочувалася. Можливо це пов'язано з активізацією процесів розвитку рослин і, як наслідок, – приводило до прискорення утворення зернівки та протікання фази м'якої стиглості. Так, дійсно, цілий комплекс поживних елементів та активаторів росту, що міститься в стимуляторі росту Вегестим, активує та інтенсифікує ростові процеси, тож в умовах невисоких температур і достатнього вмісту вологи тривалість цього періоду протікає без певної затримки. На нашу думку, саме цим можна пояснити, скорочення тривалості цих фаз на варіантах проведення позакореневих підживлень Вегестимом у 2021 р. з характерними для нього погодними умовами вегетації.

Тривалість міжфазного періоду тверде зерно–фізіологічна стиглість досліджуваних гібридів сорго навпаки, за умови проведення підживлень Вегестимом дещо зростала. Водночас, різниця при цьому була мінімальною – одна доба. Зокрема, у середньому за три роки позакореневі підживлення Вегестимом сприяли збільшення тривалості цього періоду в гібридів сорго Юкі, Сват і Флагг на одну добу, при цьому тривалість цієї фази в гібриду Іггор не змінювалася.

Вплив досліджуваних варіантів застосування Вегестиму на зміну тривалості вегетації гібридів сорго в середньому за три роки був мінімальний. Обробка насіння не впливала на його тривалість і лише накладання позакореневих підживлень скорочувало його в середньоранніх гібридів Іггор і Флагг на одну-дві доби. При цьому, тривалість вегетації ранньостиглих гібридів Юкі і Сват на всіх варіантах чинника *B* була однаковою – 102 і 106 діб відповідно (див. табл. 3.2).

Тривалість вегетації гібридів Іггор, Юкі, Сват і Флагг у середньому за варіантами застосування стимулятора росту Вегестиму і за роками досліджень становила 118 діб, 102, 106 і 112 діб відповідно, що відповідає заявленій авторами характеристиці цих гібридів.

Погодні умови вносили певні зміни тривалості вегетації всіх гібридів. Найдовшою вона була в 2021 р., зокрема, в ранньостиглих гібридів Юкі і Сват – 107 і 111 діб, у середньоранніх гібридів Іггор і Флагг – 124 і 119 діб відповідно (дод. А.6). Тривалість вегетації ранньостиглих гібридів сорго Юкі і Сват у 2019 і 2020 рр. була на 5–6 діб коротшою, ніж у 2021 р., а середньоранніх – на 9–10 діб.

Більша тривалість вегетації гібридів сорго зернового в умовах 2021 р. зумовлена здебільшого довшим міжфазним періодом сходи-викидання волоті, який у ранньостиглих і середньоранніх гібридів був на 4-7 і 8-9 діб відповідно довшим, ніж у 2019 і 2020 рр. Різниця за тривалістю міжфазних періодів цвітіння-м'яке зерно і тверде зерно-фізіологічна стиглість у досліджуваних гібридів залежно від погодних умов була значно меншою і не перевищувала дві доби.

Таким чином, у проведених дослідженнях встановлено певні тенденції впливу досліджуваних чинників, а саме: норм висіву, міжрядь, варіантів застосування стимулятора росту Вегестиму та погодних умов року на тривалість окремих фаз, міжфазних періодів та загальної тривалості вегетації.

Загальною закономірністю було скорочення тривалості міжфазних періодів сходи-кущіння, цвітіння-м'яке зерно, фази виходу в трубку та подовження фази викидання волоті за умови загушення посівів внаслідок підвищення норми висіву і розширення міжрядь. Істотної зміни тривалості цих відрізків онтогенезу рослин не відмічено при розширенні міжрядь від 35 до 45 см і підвищенні норми висіву насіння від 100 до 140 тис. шт./га. Це свідчить, що на цих варіантах ріст конкуренції між рослинами не відображається на зміні тривалості фаз росту та розвитку рослин досліджуваних гібридів сорго зернового.

Вплив досліджуваних варіантів застосування стимулятора Вегестиму був значно меншим. Загальною закономірністю при цьому було скорочення тривалості міжфазного періоду сходи-викидання волоті всіх гібридів сорго зернового за умови проведення позакореневих підживлень Вегестимом на початку фаз виходу рослин у трубку та викидання волоті у менш сприятливих погодних умовах і, навпаки, – збільшення його тривалості у більш сприятливих умовах вегетації, що склалися в 2021 р. Також встановлено закономірність

зменшення тривалості міжфазних періодів цвітіння-м'яке зерно і тверде зерно-фізіологічна стиглість гібридів сорго на варіантах позакоренових підживлень Вегестимом у 2021 р. В інші роки впливу досліджуваних варіантів застосування Вегестиму на тривалість цих міжфазних періодів не було.

3.2. Польова схожість насіння, густина сходів та збереженість рослин гібридів сорго зернового різних груп стиглості в досліді з вивчення впливу різних сполучень ширини міжрядь з нормою висіву насіння та варіантів застосування стимулятора росту Вегестиму

Під час досліджень з вивчення впливу різних варіантів густоти рослин і рівномірності їх розміщення по площі живлення, важливо проводити облік польової схожості насіння, густоти сходів і збереженості рослин, оскільки ці складові перш за все змінюють кількісні параметри посівів і, в такий спосіб, спричиняють розбіжності за біометричними параметрами, структурними елементами врожаю, врожайністю та якістю продукції.

Щодо впливу норми висіву і ширини міжрядь на польову схожість насіння думки науковців відрізняються. Одна частина [147, 184] наголошує, що з підвищенням норми висіву та розширенням міжрядь до певної межі, польова схожість насіння підвищується, пояснюючи це тим, що під час проростання насінини виділяють екsudати які стимулюють проростання сусідніх насінин, при цьому вони також відмічають більшу синхронність їх проростання. Інші дослідники [35, 178] навпаки, відмічають зниження польової схожості насіння пояснюючи це тим, що з підвищенням норми висіву зростає конкуренція між проростками і їх гине більше. Є також думка що чинники, які відповідають за рівень конкуренції в посівах, не впливають на польову схожість насіння [147].

На нашу думку, жодну з позицій не можна відхилити, оскільки все залежить від конкретних умов, а саме: від культури, морфо-біотипу гібриду (сорт), варіантів норми висіву і ширини міжрядь, погодних умов, системи живлення, передпосівної обробки насіння тощо. Саме тому, за одних обставин відмічається одна закономірність, за інших – інша.

У проведених дослідах була відмічена тенденція підвищення польової схожості насіння за умови збільшення норми висіву та розширення міжрядь. Водночас, статистично це не доведено по жодному з чинників ($F_{\phi} < F_m$).

Вплив досліджуваних варіантів норми висіву на мінливість польової схожості насіння був вищим на варіантах з міжряддями 70 см. Так, у середньому по гібридах, з підвищенням норми висіву від 100 до 220 тис. шт./га польова схожість насіння на варіантах з міжряддями 35 см зростала на 1,9 %, тоді як на варіантах з міжряддями 70 см – на 3,3 % (табл. 3.3). На нашу думку це логічно, оскільки з розширенням міжрядь відстань між насінинами в рядку зменшується, тож з підвищенням норми висіву ефект впливу насінин одна на одну буде вищий.

Таблиця 3.3

Польова схожість насіння гібридів сорго різних груп стиглості за впливу ширини міжрядь і норми висіву в середньому за 2019–2021 рр., %

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву насіння, тис. шт./га (чинник С)				Середнє
		100	140	180	220	
35	Флагг	75,3	74,9	76,2	76,9	75,8
	Сват	74,6	74,9	75,7	76,8	75,5
45	Флагг	75,3	75,4	76,3	77,3	76,1
	Сват	75,1	75,4	75,6	76,8	75,7
70	Флагг	76,0	76,7	77,4	78,9	77,3
	Сват	75,7	76,7	77,4	79,2	77,3
Середнє за чинником А	35	75,0	74,9	76,0	76,9	75,7
	45	75,2	75,4	76,0	77,1	75,9
	70	75,8	76,7	77,4	79,1	77,3
Середнє за чинником В	Флагг	75,5	75,7	76,6	77,7	76,4
	Сват	75,1	75,7	76,2	77,6	76,2
Середнє		75,3	75,7	76,4	77,7	76,3

Відмінності між польовою схожістю насіння досліджуваних гібридів сорго фактично не було. Так, в середньому за роками, нормами висіву та міжряддями, польова схожість насіння гібридів сорго Флагг і Сват становила 76,4 і 76,2 %.

Більший вплив на польову схожість насіння чинили погодні умови. Вищою вона була в більш сприятливих для проростання насіння 2019 і 2021 рр. У 2020 р. проростання насіння відбувалося за прохолодної погоди. Так, у другій і третій

декаді травня середня температура становила лише 13,9 і 14,1 °С відповідно. У середньому по гібридах, нормах висіву і міжряддях польова схожість насіння сорго в 2019, 2020 і 2021 рр. становила 76,9, 74,1 і 77,9 % відповідно (дод. А.7).

Характер впливу досліджуваних варіантів поєднання норми висіву і ширини міжрядь на польову схожість насіння по роках був аналогічний. Як зі збільшенням норми висіву, так і з розширенням міжрядь відмічалася статистично не доведена тенденція підвищення польової схожості насіння обох гібридів сорго.

Логічно, що з підвищенням норми висіву густина сходів зростала, як власне за рахунок норми висіву, так і за рахунок підвищення польової схожості насіння. Так, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га, густина сходів у середньому за роками та варіантами міжрядь у гібриду Флагг зростала від 75,5 до 171,0 тис. шт./га, а в гібриду Сват – від 75,1 до 170,7 тис. шт./га (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Густина сходів гібридів сорго різних груп стиглості за впливу ширини міжрядь та норми висіву в середньому за 2019–2021 рр., тис. шт./га

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву насіння, тис. шт./га (чинник С)				Середнє
		100	140	180	220	
35	Флагг	75,3	104,9	137,2	169,2	121,7
	Сват	74,6	104,9	136,3	169,0	121,2
45	Флагг	75,3	105,6	137,3	170,1	122,1
	Сват	75,1	105,6	136,1	169,0	121,5
70	Флагг	76,0	107,4	139,3	173,6	124,1
	Сват	75,7	107,4	139,3	174,2	124,2
Середнє за чинником А	35	75,0	104,9	136,8	169,1	121,5
	45	75,2	105,6	136,7	169,6	121,8
	70	75,8	107,4	139,3	173,9	124,1
Середнє за чинником В	Флагг	75,5	106,0	137,9	171,0	122,6
	Сват	75,1	106,0	137,2	170,7	122,3
Середнє		75,3	106,0	137,6	170,9	122,5

З розширенням міжрядь від 35 до 70 см густина сходів у гібриду Флагг у середньому зростала від 121,7 до 124,1 тис. шт./га, в гібриду Сват – від 121,2 до 124,2 тис. шт./га. Різниця між густиною сходів на варіантах з міжряддям 35 і 45 см фактично не було, і лише при їх розширенні до 70 см, відмічалася підвищення густоти посівів зумовлене вищими показниками польової схожості насіння.

Вплив норми висіву і міжрядь на збереженість рослин до кінця вегетації був фактично на одному рівні з впливом на польову схожість насіння. Однак закономірність впливу цих чинників була іншою. Так, на відміну від показників польової схожості насіння, збереженість рослин сорго обох гібридів з підвищенням норми висіву й розширенням міжрядь знижувалася. Це логічно, оскільки з підвищенням конкуренції між рослинами внаслідок загушення рослин і сильнішого тиску одна на одну, впродовж вегетації їх випадає більше.

У середньому за роками та варіантами міжрядь, збереженість рослин сорго гібридів Флагг і Сват з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га у відносних показниках зменшувалася на 1,9 і 3,7 % відповідно (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Збереженість рослин сорго зернового за впливу ширини міжрядь та норми висіву в середньому за 2019–2021 рр., %

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву насіння, тис. шт./га (чинник С)				Середнє
		100	140	180	220	
35	Флагг	65,7	65,2	64,7	64,0	64,9
	Сват	65,8	64,0	63,9	62,1	64,0
45	Флагг	64,3	64,2	64,4	63,5	64,1
	Сват	65,3	64,5	63,5	64,1	64,4
70	Флагг	64,7	63,9	63,1	63,5	63,8
	Сват	64,7	63,0	62,7	62,7	63,3
Середнє за чинником А	35	65,8	64,6	64,3	63,1	64,5
	45	64,8	64,4	64,0	63,8	64,3
	70	64,7	63,5	62,9	63,1	63,6
Середнє за чинником В	Флагг	64,9	64,4	64,1	63,7	64,3
	Сват	65,3	63,8	63,4	63,0	63,9
Середнє		65,1	64,1	63,7	63,3	64,1

У середньому за роками найвищою збереженість рослин сорго гібридів Флагг і Сват – 65,7 і 65,8 % відповідно, була на варіантах поєднання норми висіву насіння 100 тис. шт./га з міжряддями 35 см, а найменшою – 63,5 і 62,7 % відповідно – на варіантах з найвищою конкуренцією в посівах, тобто за поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 70 см.

Більший вплив на мінливість збереженості рослин сорго мали норми висіву. Так, за їх впливу, збереженість рослин варіювала в межах від 63,3 до 65,1 %, тоді як за впливу різних варіантів ширини міжрядь – від 63,6 до 64,5 %.

З розширенням міжрядь від 35 до 45 см зниження показників збереженості рослин сорго зернового фактично не було і лише з їх розширенням до 70 см відмічено її зниження. Так, у середньому за роками, гібридами і нормами висіву, збереженість рослин з розширенням міжрядь від 35 до 45 см знижувалася лише на 0,2 % (від 64,5 до 64,3 %), а від 45 до 70 см – на 0,7 % (від 64,3 до 63,6 %).

У середньому за роками збереженість рослин гібридів сорго Флагг і Сват у середньому за нормами висіву та міжряддями становила 64,3 і 63,9 % відповідно. Різниця між гібридами за цим показником більшою була в погодних умовах 2020 і 2021 рр. – 1,3 і 1,4 % відповідно (у 2020 р. – 0,8 %).

У другому досліді також відмічено зміни польової схожості насіння гібридів сорго. Обробка насіння Вегестимом сприяла підвищенню польової схожості насіння всіх гібридів сорго порівняно з контрольними варіантами. Її ефект по всіх гібридах був фактично однаковим. Так, у середньому за три роки досліджень, обробка насіння Вегестимом порівняно з першим контролем (сухе насіння) забезпечувала підвищення польової схожості насіння гібридів Сват, Юкі, Іггор і Флагг у відносних показниках на 4,5 %, 3,0, 4,2 і 3,2 % відповідно (табл. 3.6).

Погодні умови вносили свої корективи в показники польової схожості насіння. Вищим цей показник був у погодних умовах 2019 і 2021 рр. Саме в ці роки посіви сорго формували вищу врожайність зерна. У середньому по гібридах і варіантах передпосівної обробки насіння, його польова схожість в ці роки становила 76,6 і 75,0 %, тоді як в менш сприятливих умовах 2020 р. – 73,3 %.

За роками досліджень передпосівна обробка насіння стимулятором росту Вегестимом забезпечувала фактично однакове підвищення показників польової схожості насіння. Так, у середньому до гібридах, насіння оброблене Вегестимом у 2019, 2020 і 2021 рр. у відносних показниках мало польову схожість на 3,7 %, 3,5 і 4,0 % відповідно вищу, ніж на першому контролі (сівба сухим насінням).

Таблиця 3.6

Польова схожість насіння гібридів сорго зернового різних груп стиглості за різних варіантів передпосівної обробки насіння, %

Гібрид (чинник <i>B</i>)	Варіант обробки насіння (чинник <i>D</i>)	Рік			Середнє за роками
		2019	2020	2021	
Іггор	1	75,2	71,8	73,0	73,3
	2	76,1	71,8	74,6	74,2
	3	78,8	74,3	76,8	76,6
Юкі	1	74,9	72,0	73,9	73,6
	2	75,2	72,6	74,4	74,1
	3	77,4	73,8	76,2	75,8
Сват	1	75,7	72,9	74,5	74,4
	2	75,3	73,1	75,0	74,5
	3	78,6	75,6	78,2	77,5
Флагг	1	76,6	72,7	73,4	74,2
	2	77,0	73,4	73,9	74,8
	3	78,2	75,9	75,6	76,6
Середнє за чинником <i>B</i>	Іггор	76,7	72,6	74,8	74,7
	Юкі	75,8	72,8	74,8	74,5
	Сват	76,5	73,9	75,9	75,4
	Флагг	77,3	74,0	74,3	75,2
Середнє за чинником <i>D</i>	1	75,6	72,4	73,7	73,9
	2	75,9	72,7	74,5	74,4
	3	78,3	74,9	76,7	76,6
Середнє		76,6	73,3	75,0	75,0

Примітка: * – варіанти обробки насіння: 1 – сухе насіння (контроль); 2 – обробка насіння водою; 3 – обробка насіння Вегестимом.

За рахунок вищих показників польової схожості насіння густота сходів сорго зернового всіх гібридів вищою була на варіантах передпосівної обробки насіння Вегестимом. У середньому за роками та гібридами густота сходів у цьому варіанті становила 138,1 тис. шт./га, що на 5,1 і 4,3 тис. шт./га більше, ніж на першому і другому контролях відповідно (табл. 3.7).

Впливу погодних умов року на зміну ефективності передпосівної обробки насіння сорго не було, тож густота сходів в усі роки досліджень на варіантах передпосівної обробки насіння стимулятором росту Вегестимом зростала приблизно на однаковий показник – 4,5–5,5 тис. шт./га.

Таблиця 3.7

Густота сходів гібридів сорго зернового різних груп стиглості за різних варіантів передпосівної обробки насіння, тис. шт./га

Гібрид (чинник <i>B</i>)	Варіант обробки насіння (чинник <i>D</i>)	Рік			Середнє за роками
		2019	2020	2021	
Іггор	1	135,4	129,2	131,3	132,0
	2	137,0	129,3	134,3	133,5
	3	141,8	133,7	138,2	137,9
Юкі	1	134,8	129,7	133,1	132,5
	2	135,3	130,7	133,9	133,3
	3	139,3	132,8	137,2	136,4
Сват	1	136,2	131,3	134,0	133,8
	2	135,0	131,5	135,0	133,8
	3	141,5	136,1	140,8	139,5
Флагг	1	137,8	130,9	132,2	133,6
	2	138,6	132,2	133,0	134,6
	3	142,5	136,6	136,0	138,4
Середнє за чинником <i>B</i>	Іггор	138,1	130,7	134,6	134,5
	Юкі	136,5	131,1	134,7	134,1
	Сват	137,6	133,0	136,6	135,7
	Флагг	139,6	133,2	133,7	135,5
Середнє за чинником <i>D</i>	1	136,1	130,3	132,7	133,0
	2	136,5	130,9	134,1	133,8
	3	141,3	134,8	138,1	138,1
Середнє		138,0	132,0	134,9	135,0

Примітка: * – варіанти обробки насіння: 1 – сухе насіння (контроль); 2 – обробка насіння водою; 3 – обробка насіння Вегестимом.

Таким чином, вже на самому початку онтогенезу відмічається ефективність обробки насіння всіх гібридів сорго Вегестимом. Навіть за попередніми розрахунками, без урахування пролонгованого ефекту дії препарату та біометричних параметрів сходів, припускаючи що всі рослини дійдуть до фази повної стиглості і сформуєть однакову продуктивність, урожайність зерна сорго після обробки насіння Вегестимом буде на 3–4 % вище, ніж на першому і другому контролях.

Поряд з підвищенням польової схожості насіння обробка насіння Вегестимом також забезпечувала збереження більшої кількості рослин протягом вегетації.

Так, у середньому за роками та гібридами збереженість рослин сорго на варіантах обробки насіння Вегестимом становила 64,4 %, що у відносних показниках на 1,4 і 1,2 % вище порівняно з першим і другим контролями відповідно (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

**Збереженість рослин сорго зернового гібридів різних груп стиглості
за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестиму
у середньому за 2019–2021 роки, %.**

Варіант застосування Вегестиму	Гібрид				Середнє
	Іггор	Юкі	Сват	Флагг	
1*	63,3	62,6	63,8	64,3	63,5
2	63,0	63,0	64,0	64,5	63,6
3	64,5	63,3	64,5	65,2	64,4
4	65,4	64,9	66,8	67,6	66,2
5	64,4	63,8	65,6	66,6	65,1
6	66,2	65,6	67,9	68,6	67,1
Середнє	64,5	63,9	65,4	66,1	65,0

Позначення: * – варіанти застосування Вегестиму: 1 – сухе насіння; 2 – насіння оброблене водою; 3 – обробка насіння Вегестимом; 4 – обробка насіння + підживлення Вегестимом на початку виходу в трубку; 5 – обробка насіння + підживлення на початку викидання волоті; 6 – обробка насіння + два підживлення Вегестимом на початку фази виходу в трубку та викидання волоті.

У досліді відмічено високу ефективність проведення двох підживлень Вегестимом на фоні передпосівної обробки насіння цим препаратом. У цьому варіанті збереженість рослин у відносних показниках була в середньому на 5,7 % вищою порівняно з першим контролем і на 4,2 % вищою порівняно з третім варіантом досліді (обробка насіння Вегестимом без підживлень).

Високий вплив застосування Вегестиму зумовлений з одного боку активацією процесів проростання, забезпечуючи насіння всіма необхідними сполуками, а з іншого – нівелюванням стресів абіотичної та біотичної природи, активізацією обмінних процесів у рослинах, за рахунок чого вони краще використовують поживні елементи крім того, маючи в своєму складі збалансований набір елементів живлення у формі хелатів, Вегестим усуває дефіцит елементів мінерального живлення. У комплексі це забезпечує збереження більшої кількості рослин на одиниці посівної площі.

Найбільший вплив у мінливість збереженості рослин сорго зернового чинили погодні умови року. Цілком логічно, що вищим цей показник був у більш сприятливих умовах вегетації 2019 і 2021 рр. Так, у середньому по гібридах і варіантах застосування Вегестиму збереженість рослин сорго у 2019, 2020 і 2021 рр. становила 65,5 %, 60,2 і 69,1 % відповідно (дод. А.9).

Вища ефективність Вегестиму була в менш сприятливих погодних умовах 2020 р. Це дуже важливо, оскільки більшість років в районі досліджень за кількістю опадів і температурним режимом далекі від оптимальних, тож додаткова стимуляція росту та розвитку рослин є необхідною. Так, обробка насіння і два позакореневі підживлення Вегестимом у 2020 р. забезпечували підвищення збереженості рослин сорго порівняно з контролем у середньому на 7,9 %, тоді як у 2019 і 2021 рр. – лише на 5,7 і 3,7 % відповідно.

Серед досліджуваних гібридів сорго вищі показники збереженості відмічені в ранньостиглого гібриду Сват і середньораннього гібриду Флагг. Зокрема, в середньому за варіантами застосування Вегестиму, збереженість рослин сорго гібридів Іггор, Юкі, Сват і Флагг у середньому за три роки становила 64,5 %, 63,9, 65,4 і 66,1 % відповідно (див. рис. 3.8). Така тенденція була відмічена в усі роки.

Більшу збереженість рослин сорго гібридів Флагг і Сват можна пояснити генетикою рослин тобто їх вищою пластичністю, а також їх морфотипом, а саме меншою здатністю до кушіння у наслідок чого зменшується конкуренція між рослинами, що сприяє більшій їх збереженості до початку збирання.

Серед досліджуваних варіантів одноразових позакорневих підживлень Вегестимом кращий результат з точки зору збереженості рослин усіх гібридів сорго зернового показав варіант у якому підживлення проводили на початку фази виходу рослин у трубку. У цьому варіанті збереженість рослин сорго у середньому за три роки була лише на 1,4 % меншою, ніж на шостому варіанті.

Ефективність підживлення на початку викидання волоті була меншою. На нашу думку це закономірно, оскільки випадіння рослин здебільшого відбувається в першій половині вегетації, тож чим пізніше його проводити, тим менший вплив буде на збереженість рослин.

Таким чином, у досліді відмічено високу ефективність застосування стимулятора росту Вегестиму як на підвищення польової схожості насіння, так і на збереженість рослин всіх гібридів сорго. На варіантах обробки насіння і проведення двох позакореневих підживлень на початку фаз виходу в трубку та викидання волоті, виживаність (польова схожість насіння + збереженість) рослин усіх гібридів була на 8–10 % вищою, ніж на першому контролі, що закладає основу для формування вищої врожайності зерна. За рахунок цього, навіть за однакової продуктивності рослин, прибавка врожаю може становити 8–10 %.

3.3. Динаміка лінійного росту рослин сорго зернового за впливу досліджуваних чинників

Досліджувані варіанти поєднання міжрядь з нормою висіву спричиняли зміни висоти рослин у всі фази росту та розвитку. Загальною закономірністю було витягування рослин досліджуваних гібридів сорго зернового за умови підвищення конкуренції в посівах, тобто при збільшенні норми висіву та розширенні міжрядь.

З підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га висота рослин сорго зернового у середньому за три роки поступово зростала від 21,5 до 22,5 см (табл. 3.9). Під поняттям «поступово» ми маємо на увазі фактично однакове збільшення висоти рослин – 0,3–0,4 см за підвищення норми висіву на прийнятій у дослідженнях крок градації – 40 тис. шт./га.

Вплив досліджуваних варіантів міжрядь на мінливість висоти рослин сорго зернового у фазу кущіння був фактично на одному рівні з нормою висіву, оскільки діапазон варіабельності показника був фактично такий самий – у середньому за роками та гібридами – від 21,6 до 22,5 см. При цьому важливо відмітити незначну розбіжність висоти рослин сорго між варіантами з міжряддями 35 і 45 см – лише 0,3 см. Однак це характерно саме для ранньої фази – кущіння і для середнього значення норми висіву насіння.

Висота рослин під час кущіння значно зростала з розширенням міжрядь до 70 см. Це логічно, адже порівняно з міжряддями 35 см, відстань між рослинами в рядку за однакової норми висіву зменшується вдвічі. Так, з розширенням міжрядь

від 35 до 70 см висота рослин під час кущіння в середньому зростала на 4,1 %. Різниця за цим показником між варіантами з міжряддями 35 і 45 см не було.

Таблиця 3.9

Висота рослин сорго різних груп стиглості у фазі кущіння за впливу ширини міжрядь та норми висіву в середньому за 2019–2021 рр., %

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву насіння, тис. шт./га (чинник С)				Середнє
		100	140	180	220	
35	Флагг	21,9	22,0	22,4	22,7	22,3
	Сват	20,6	20,7	20,8	21,1	20,8
45	Флагг	21,9	22,3	22,6	23,0	22,5
	Сват	20,8	21,1	21,4	21,7	21,3
70	Флагг	22,5	22,9	23,2	24,0	23,1
	Сват	21,2	21,5	21,9	22,5	21,8
Середнє за чинником А	35	21,3	21,4	21,6	21,9	21,6
	45	21,4	21,7	22,0	22,4	21,9
	70	21,9	22,2	22,6	23,3	22,5
Середнє за чинником В	Флагг	22,1	22,4	22,7	23,2	22,6
	Сват	20,9	21,1	21,4	21,8	21,3
Середнє		21,5	21,8	22,1	22,5	22,0

Вплив міжрядь на висоту рослин під час кущіння залежав від норми висіву. Найвищим він був за норми висіву насіння 220 тис. шт./га. Це логічно, адже зі збільшенням норми висіву конкуренція зростає, тож напруга між рослинами за зменшення відстані між ними в рядку буде зростати. Зокрема, на варіантах з нормою висіву насіння 100 тис. шт./га висота рослин сорго за умови розширення міжрядь від 35 до 70 см у середньому зростала лише на 0,6 см, або на 2,8 %, тоді як на варіантах з нормою висіву 220 тис. шт./га – на 1,4 см, або більше ніж на 6 %.

На варіантах з нормою висіву насіння 100 тис. шт./га різниці між висотою рослин сорго зернового на варіантах з міжряддями 35 і 45 см фактично не було. Її почали відмічати лише починаючи з норми висіву насіння 140 тис. шт./га. Це свідчить про фактично рівнозначний рівень конкурентної боротьби між рослинами в межах поєднання цих варіантів. Відмінена закономірність мала місце на посівах обох гібридів сорго в усі роки (дод. А.11).

Під час фази виходу в трубку різниці за висотою рослин обох гібридів сорго на варіантах з міжряддями 35 і 45 см в діапазоні норм висіву насіння від 100 до

180 тис. шт./га фактично не було. Так, у середньому за роками та гібридами, висота рослин у цю фазу, при розширенні міжрядь від 35 до 45 см, за норм висіву насіння 100, 140 і 180 тис. шт./га збільшувалася на 0,4, 0,6 і 0,9 см відповідно (табл. 3.10) і лише за норми висіву насіння – 220 тис. шт./га, різниця за висотою рослин на варіантах з міжряддями 35 і 45 см була очевидною – 2,6 см, або 3,8 %. Аналогічна закономірність відмічена в усі роки (дод. А.12).

Таблиця 3.10

Висота рослин сорго різних груп стиглості у фазі трубкування за впливу ширини міжрядь та норми висіву в середньому за 2019–2021 рр., %

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву насіння, тис. шт./га (чинник С)				Середнє
		100	140	180	220	
35	Флагг	64,3	64,6	65,2	65,9	65,0
	Сват	69,6	69,9	70,7	71,6	70,5
45	Флагг	64,6	65,1	66,2	67,3	65,8
	Сват	70,1	70,7	71,6	75,5	72,0
70	Флагг	65,4	66,2	67,5	70,1	67,3
	Сват	70,6	71,6	73,2	75,4	72,7
Середнє за чинником А	35	67,0	67,3	68,0	68,8	67,8
	45	67,4	67,9	68,9	71,4	68,9
	70	68,0	68,9	70,4	72,8	70,0
Середнє за чинником В	Флагг	64,8	65,3	66,3	67,8	66,1
	Сват	70,1	70,7	71,8	74,2	71,7

Найбільший вплив на висоту рослин сорго зернового у фазі виходу рослин у трубку чинили погодні умови. У середньому по інших досліджуваних чинниках, найвищі рослини сорго в цю фазу були в погодних умовах 2019 р. – 71,3 см, а найнижчими в погодних умовах 2020 р. – 65,6 см (розбіжність – 5,7 см, або 8,7 %).

Серед досліджуваних технологічних чинників більший вплив на висоту рослин сорго в цю фазу чинили норми висіву. Зокрема, діапазон розбіжності цього показника за їх впливу становив 3,5 см (67,5 і 71,0 см – за норм висіву насіння 100 і 220 тис. шт./га відповідно), тоді як за впливу досліджуваних варіантів міжрядь – 2,2 см (67,8 і 70,0 см – за міжрядь 35 і 70 см відповідно).

Як і під час попередньо розглянутих фаз, у фазі досягання рослини сорго обох гібридів найвищими були на варіантах з найбільшою конкуренцією між рослинами в посівах, а саме на варіантах з міжряддями 70 см і нормою висіву насіння 220 тис. шт./га. Висота рослин гібридів Сват і Флагг на цих варіантах у середньому за три роки становила 104,8 і 119,8 см відповідно (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

Висота рослин сорго різних груп стиглості у фазі досягання за впливу ширини міжрядь та норми висіву в середньому за 2019–2021 рр., %

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву насіння, тис. шт./га (чинник С)				Середнє
		100	140	180	220	
35	Флагг	110,7	112,3	112,2	113,8	112,3
	Сват	96,9	96,8	97,5	98,8	97,5
45	Флагг	111,3	112,4	113,7	115,8	113,3
	Сват	97,6	98,3	100,2	101,8	99,5
70	Флагг	112,3	113,8	116,5	119,8	115,6
	Сват	98,4	99,4	101,6	104,8	101,1
Середнє за чинником А	35	103,8	104,6	104,9	106,3	104,9
	45	104,5	105,4	107,0	108,8	106,4
	70	105,4	106,6	109,1	112,3	108,4
Середнє за чинником В	Флагг	111,4	112,8	114,1	116,5	113,7
	Сват	97,6	98,2	99,8	101,8	99,4
Середнє		104,6	105,5	107,0	109,1	106,6

Вплив досліджуваних варіантів міжрядь на мінливість висоти рослин в цю фазу найвищим був на варіантах з нормою висіву насіння 220 тис. шт./га. Так, з розширенням міжрядь від 35 до 70 см, висота рослин на варіантах з нормою висіву насіння 100 тис. шт./га збільшувалася в середньому лише на 1,6 см (1,5 %), тоді як на варіантах з нормою висіву насіння 220 тис. нас./га – на 6,0 см (5,6 %).

Вплив норми висіву на висоту рослин досліджуваних гібридів значно вищим був на варіантах з міжряддями 70 см. На нашу думку це логічно, оскільки за вузьких міжрядь негативний ефект від загушення посівів певною мірою нівелюється за рахунок кращої форми живлення рослин. Тож вплив норми висіву прогнозовано вищим буде саме на варіантах з ширшим міжряддям. Так, за норми

висіву насіння 220 тис. шт./га, за умови отримання повноцінних сходів і стовідсоткової збереженості рослин, відстань у рядку між ними на варіантах з міжряддями 35 і 45 см становитиме 13,0 і 10,1 см, а на варіантах з міжряддями 70 см – лише 6,5 см. Так, площа живлення при цьому буде однаковою – близько 455 см², однак форма площі на варіантах з міжряддями 70 см буде видовжена з відношенням сторін більше ніж 10:1, що і є причиною значно вищої конкуренції між рослинами порівняно з варіантами міжрядь 35 і 45 см, оскільки конкуренція в цьому випадку визначатиметься саме відстанню між рослинами в рядку.

Найвищими рослини сорго на всіх варіантах досліду були 2021 р. У середньому за досліджуваними чинниками висота рослин гібридів сорго зернового Сват і Флагг цього року становила 106,6 і 120,9 см відповідно, тоді як у 2019 і 2020 рр. – 98,5 і 112,4 см та 92,9 і 107,9 см (дод. А.13). Ватро відмітити, що в усі роки були відмічені в цілому однакові тенденції впливу досліджуваних чинників у мінливість висоти рослин. Наприклад, з розширенням міжрядь від 35 до 70 см, висота рослин сорго ранньостиглого гібриду Сват під час фази досягання зерна в 2019, 2020 і 2021 рр. зростала на однаковий показник – 3,5 см.

Вплив технологічних чинників на висоту рослин досліджуваних гібридів сорго зернового під час досягання меншим був у 2021 р., хоча загальна тенденція їх впливу зберігалася. Це в цілому закономірно, оскільки з покращенням умов вирощування, а саме в умовах більш сприятливого водного режиму, конкуренція між рослинами дещо зменшується, тож зменшується і різниця між ними за морфометричними показниками, зокрема за висотою. Ця тенденція відмічалася в усі фази проведення обліку висоти рослин.

Представляє інтерес визначення динаміки збільшення різниці між висотою гібридів сорго зернового за впливу досліджуваних варіантів від фази кущіння до фази досягання. Звісно, що впродовж поступового росту та розвитку рослин різниця між їх висотою за впливу досліджуваних варіантів зростала (рис. 3.1, 3.2). На рисунках чітко видно як змінюється розбіжність висоти рослин досліджуваних гібридів між варіантами з міжряддями 35 і 70 см в динаміці росту та розвитку рослин за різних норм висіву.

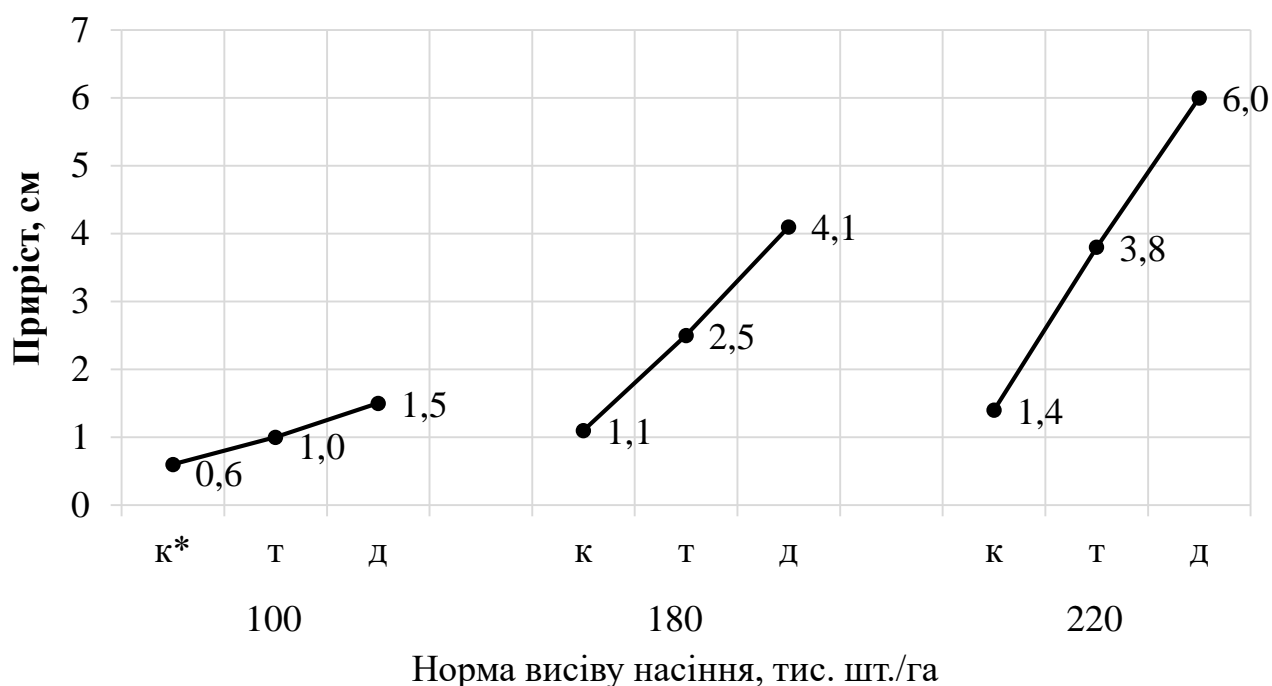


Рис. 3.1. Динаміка збільшення різниці між висотою рослин сорго гібриду Сват від фази кущіння до фази досягання за умови розширення міжрядь від 35 до 70 см на варіантах з різними нормами висіву насіння в середньому за 2019–2021 рр.

Примітка: * – фази розвитку рослин: к – кущіння; т – вихід у трубку; д – досягання.

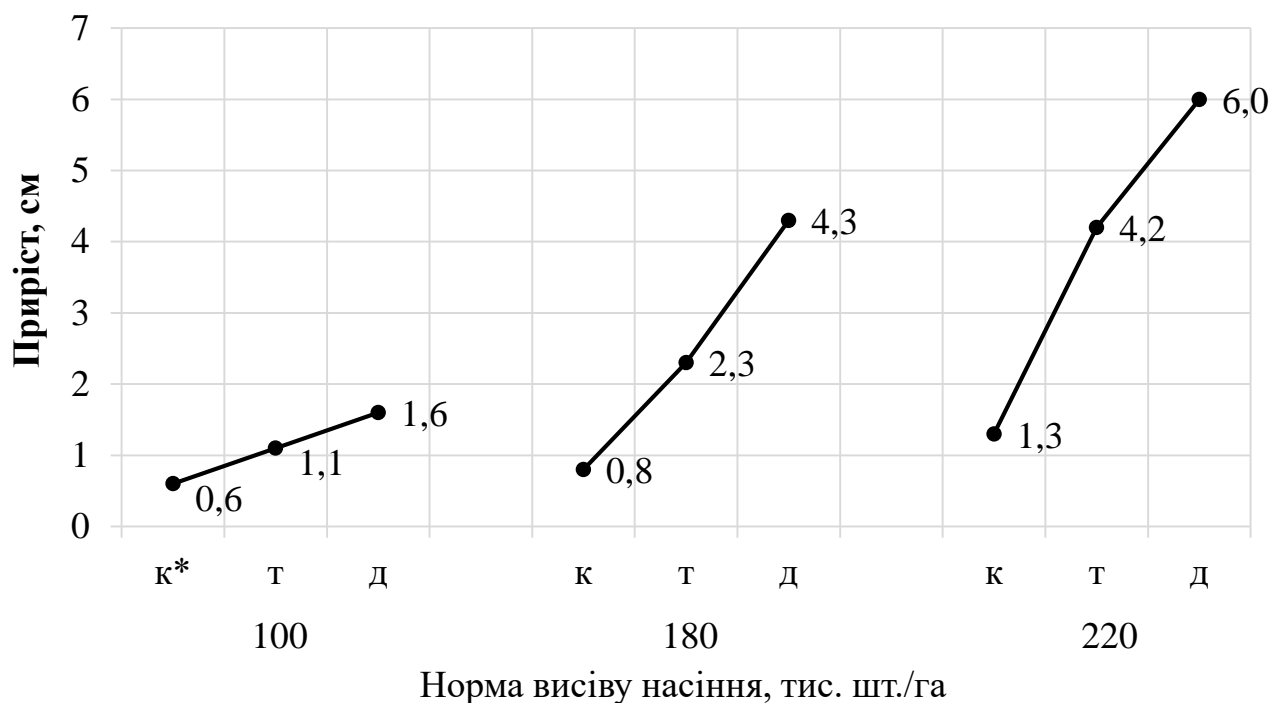


Рис. 3.2. Динаміка збільшення різниці між висотою рослин сорго гібриду Флагг від фази кущіння до фази досягання за умови розширення міжрядь від 35 до 70 см на варіантах з різними нормами висіву насіння в середньому за 2019–2021 рр.

Примітка: * – фази розвитку рослин: к – кущіння; т – вихід у трубку; д – досягання.

Динаміка збільшення різниці між висотою рослин досліджуваних гібридів сорго зернового від фази кущіння до фази досягання зерна за умови розширення міжрядь від 35 до 70 см найбільш вираженою була на варіантах з нормою висіву насіння 220 тис. шт./га. Так, на посівах гібриду Сват з найменшою досліджуваною нормою висіву насіння – 100 тис. шт./га, при розширенні міжрядь від 35 до 70 см приріст висоти рослин під час фаз кущіння, виходу в трубку та досягання зерна становив 0,6 см, 1,0 і 1,5 см, тоді як на варіантах з найвищою нормою висіву насіння – 220 тис. шт./га – 1,4 см, 3,8 і 6,0 см. Тобто, від фази кущіння до фази досягання зерна, розбіжність між висотою рослин сорго гібриду Сват на варіантах з міжряддями 35 і 70 см за норми висіву насіння 100 тис. шт./га зростала лише на 0,9 см, тоді як на варіантах з нормою висіву 220 тис. шт./га – на 4,6 см. Аналогічна тенденція була відмічена і на посівах сорго гібриду Флагг.

Таким чином, висота рослин досліджуваних гібридів сорго у різні фази росту помітно зростала з розширенням міжрядь до 70 см і підвищенням норми висіву насіння до 180–220 тис. шт./га. Між варіантами поєднання міжрядь 35 і 45 см з нормами висіву насіння в діапазоні від 100 до 180 тис. шт./га значної різниці між висотою рослин сорго зернового не відмічено.

3.4. Вплив різних сполучень ширини міжрядь з нормою висіву на динаміку формування сирі і повітряно-сухої маси рослин сорго

Забезпечуючи різну площу живлення для рослин і її форму, норми висіву у взаємодії з шириною міжрядь регулюють рівень конкуренції між рослинами в посівах через що змінюється маса як окремої рослини, так і маса рослин з одиниці посівної площі. Враховуючи доведений численними дослідженнями тісний зв'язок між параметрами густоти рослин і їх масою, програмою проведених досліджень передбачалося проведення обліку повітряно-сухої маси рослин сорго зернового в динаміці їх росту та розвитку.

Безперечно, з підвищенням норми висіву до певної межі, маса рослин з одиниці площі зростатиме, однак, при цьому маса однієї рослини, внаслідок зростання конкуренції, буде зменшуватися. Тож, важливо встановити інтервали як

норми висіву, так і ширини міжрядь у межах яких маса середньої рослини істотно не знижується, тобто зростання конкуренції не призводить до істотного зниження маси рослин. Ці обліки важливо проводити кілька разів за вегетацію рослин, тобто визначати динаміку зміни маси рослин, оскільки в результаті збільшення біометричних параметрів рослин зростає і конкуренція між ними.

Цілком логічно, що найбільший вплив на варіабельність повітряно-сухої маси рослин сорго зернового з метра квадратного чинила норма висіву насіння. З її підвищенням від 100 до 220 тис. шт./га повітряно-суха маса рослин під час фази кушіння в середньому за роками і шириною міжрядь в гібридів сорго Сват і Флагг зростала на 14,4 г/м², або більше, ніж на 80 % (табл. 3.12).

Таблиця 3.12

Повітряно-суха маса рослин сорго зернового з метра квадратного (чисельник) та однієї рослини (знаменник) під час фази кушіння за різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву, г

Гібрид (чинник <i>B</i>)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник <i>C</i>)	Ширина міжрядь, см (чинник <i>A</i>)			Середнє
		35	45	70	
Флагг	100	17,4/2,3	17,4/2,3	17,2/2,3	17,3/2,3
	140	22,9/2,2	22,6/2,2	22,4/2,1	22,6/2,2
	180	28,0/2,0	27,4/2,0	26,9/1,9	27,4/2,0
	220	32,6/1,9	31,8/1,9	30,7/1,8	31,7/1,9
Сват	100	16,4/2,2	16,5/2,2	16,2/2,1	16,4/2,2
	140	21,7/2,1	21,7/2,1	21,2/2,0	21,5/2,1
	180	26,7/2,0	26,5/2,0	25,6/1,8	26,3/1,9
	220	31,5/1,9	31,2/1,8	29,8/1,7	30,8/1,8
Середнє за чинником <i>B</i>	Флагг	25,2/2,1	24,8/2,1	24,3/2,0	24,8/2,1
	Сват	24,1/2,1	24,0/2,0	23,2/1,9	23,8/2,0
Середнє за чинником <i>C</i>	100	16,9/2,3	17,0/2,3	16,7/2,2	16,9/2,3
	140	22,3/2,2	22,2/2,2	21,8/2,1	22,1/2,1
	180	27,4/2,0	27,0/2,0	26,3/1,9	26,9/2,0
	220	32,1/1,9	31,5/1,9	30,3/1,8	31,3/1,9
Середнє по досліді		24,7/2,1	24,4/2,1	23,8/2,0	24,3/2,1

Важливо відмітити тенденцію до зниження інтенсивності приросту сухої маси рослин сорго за поступового підвищення норми висіву на прийнятій крок градації. Так, з її підвищенням від 100 до 140 тис. шт./га, суха маса рослин у

середньому зростала на 5,2 г/м² або на 31 %, а від 180 до 220 тис. шт./га – лише на 4,4 г/м² або менше ніж на 16 % при тому, що норму висіву підвищили на 22 %.

Розбіжність між повітряно-сухою масою рослин сорго з 1 м² за впливу норми висіву меншою була на варіантах із міжряддями 70 см. Так, повітряно-суха маса рослин сорго гібридів Сват і Флагг з підвищенням норми висіву від 100 до 220 тис. шт./га на варіантах з міжряддями 35 см зростала на 15,1 і 15,2 г/м², а з міжряддями 70 см – 13,5 і 13,6 г/м² відповідно.

Повітряно-суха маса однієї рослини при підвищенні норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га навпаки, – більш помітно зменшувалася на варіантах з найширшими міжряддями. Зокрема, на варіантах з міжряддями 70 см у гібридів сорго зернового Сват і Флагг вона зменшувалася на 23,5 і 27,8 %, тоді як на варіантах з міжряддями 35 см – лише на 15,8 і 21,1 % відповідно.

Різниці між повітряно-сухою масою рослин при міжряддях 35 і 45 см в діапазоні норми висіву насіння від 100 до 180 тис. шт./га фактично не було. Так, повітряно-суха маса рослин з 1 м² на варіантах з міжряддями 35 і 45 см за норми висіву насіння 100 тис. шт./га становила 16,9 і 17,0 г/м², за висіву 140 тис. шт./га – 22,3 і 22,2 г/м² і 180 тис. шт./га – 27,4 і 27,0 г/м² відповідно. Повітряно-суха маса однієї рослини на цих варіантах міжрядь взагалі була майже однаковою і за норм висіву насіння 100, 140 і 180 тис. шт./га становила 2,3, 2,2 і 2,1 г/м² відповідно.

Аналіз показників повітряно-сухої маси рослин сорго під час кушіння у різні роки в цілому показав фактично однакову тенденцію впливу досліджуваних чинників на її варіабельність, однак було відмічено і певні відмінності які стосуються насамперед реакції посівів на норми висіву. Так, повітряно-суха маса рослин з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га у 2019 і 2020 рр. у середньому збільшувалася на 13,1 г/м² (79,0 %) і 11,0 г/м² (71,4 %) відповідно, тоді як у 2021 р. – на 19,1 г/м² (102,7 %) (дод. А.14).

Розбіжність між повітряно-сухою масою однієї рослини навпаки, більшою була в 2009 і 2020 рр. Так, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га вона знижувалася на 0,4 г/м² (22,2 %) і 0,5 г/м² (31,3 %) відповідно, тоді як в 2021 р. – на 0,3 г/м² (14,3 %).

Вплив досліджуваних варіантів міжрядь на мінливість повітряно-сухої маси рослин у фазі кущіння за роками був фактично на одному рівні. Між варіантами з міжряддями 35 і 45 см різниці за цими показниками фактично не було. З розширенням міжрядь до 70 см відмічалось зменшення повітряно-сухої маси рослин з метра квадратного на 0,8–1,1 г (3,5–4,3 %). Повітряно-суха маса однієї рослини при цьому в усі роки зменшувалася на 0,1 г.

У фазі виходу у трубку вплив норм висіву на мінливість повітряно-сухої маси рослин сорго зернового був меншим ніж під час фази кущіння, вплив різних варіантів міжрядь навпаки, – вищим. Це логічно, адже при збільшенні розмірів рослин, зростає конкуренція між ними і чим більша норма висіву, тим більшою вона є. Через це різниця між показниками повітряно-сухої маси рослин за різних норм висіву дещо нівелюється. Зокрема, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га повітряно-суха маса рослин сорго гібридів Сват і Флагг під час фази виходу в трубку в середньому зменшувалася на 56,8 і 59,3 г/м², або на 74,9 і 66,0 % відповідно (табл. 3.13). Під час фази кущіння ця розбіжність на посівах обох гібридів сорго у відносних показниках перевищувала 80,0 %.

Вплив міжрядь навпаки, зростає унаслідок тієї ж самої конкуренції між рослинами. Під час кущіння рослини мають значно менші біометричні параметри, конкуренція між ними менша, тож характер форми площі живлення в меншій мірі впливатиме на показники повітряно-сухої маси рослин з одиниці площі. Так, під час фази виходу рослин у трубку, повітряно-суха маса рослин сорго зернового гібридів Сват і Флагг з розширенням міжрядь від 35 до 70 см зменшувалася на 8,6 і 7,0 % відповідно, тоді як під час фази кущіння лише на 3,7 %.

Вплив норми висіву насіння на мінливість повітряно-сухої маси однієї рослини значно вищим був на варіантах з міжряддями 70 см. Так, з її підвищенням від 100 до 220 тис. шт./га, повітряно-суха маса однієї рослини сорго гібридів Сват і Флагг у цю фазу в середньому за роками на варіантах з міжряддями 35 см зменшувалася на 2,2 і 3,2 г, або на 22,9 і 30,4 %, тоді як на варіантах з міжряддями 70 см – на 3,1 і 4,0 г, або на 37,8 і 42,6 % відповідно.

Таблиця 3.13

Повітряно-суха маса рослин сорго зернового з метра квадратного (чисельник) та однієї рослини (знаменник) під час фази трубкування за різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву, г

Гібрид (чинник <i>B</i>)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник <i>C</i>)	Ширина міжрядь, см (чинник <i>A</i>)			Середнє
		35	45	70	
Флагг	100	90,2/13,7	90,4/13,8	88,9/13,4	89,8/13,6
	140	114,4/12,8	113,6/12,5	110,0/11,9	112,7/11,2
	180	140,5/11,7	136,9/11,5	128,0/10,7	135,1/11,3
	220	155,0/10,5	152,0/10,3	140,2/9,4	149,1/10,1
Сват	100	76,6/11,8	76,3/11,7	74,6/11,3	75,8/11,6
	140	98,7/11,0	97,6/10,7	94,0/10,3	96,8/10,7
	180	121,1/10,3	117,8/10,0	111,7/9,3	116,9/9,9
	220	141,7/9,6	133,3/9,1	122,7/8,2	132,6/9,0
Середнє за чинником <i>B</i>	Флагг	125,0/12,2	123,2/12,0	116,8/10,4	121,7/11,5
	Сват	109,5/10,7	106,3/10,4	100,8/9,8	105,5/10,3
Середнє за чинником <i>C</i>	100	83,4/12,8	83,4/12,8	81,8/12,4	82,9/12,7
	140	106,6/11,9	105,6/11,6	102,0/9,3	104,7/10,9
	180	130,8/11,0	127,4/10,8	120,0/10,0	126,1/10,6
	220	148,4/10,1	142,7/9,7	131,5/8,8	140,9/9,5
Середнє по досліді		117,3/11,5	114,8/11,2	108,8/10,1	113,6/10,9

У рослин сорго середньостиглого гібриду Флагг повітряно-суха маса з підвищенням конкуренції знижувалася більш помітно, ніж у ранньостиглого гібриду Сват. На нашу думку це логічно і пояснюється групою стиглості гібридів. Як правило, більш пізні гібриди висівають з меншою нормою висіву, оскільки вони мають більш біометричні показники рослин, тож при загущенні конкуренція між рослинами буде сильнішою, ніж у гібридів з меншою тривалістю вегетації.

Повітряно-суха маса однієї рослини досліджуваних гібридів сорго під час фази виходу в трубку відносно стабільною була на варіантах поєднання норми висіву насіння 100 тис. шт./га з усіма варіантами міжрядь, а також поєднання норми 140 тис. нас./га з міжряддями 35 і 45 см. З підвищенням норми висіву насіння до 180 і 220 тис. шт./га, як і при розширенні міжрядь до 70 см, повітряно-суха маса рослин обох гібридів сорго істотно знижувалася.

В усі роки відмічалася фактично однакова тенденція впливу досліджуваних варіантів поєднання норми висіву з шириною міжрядь на повітряно-суху масу рослин сорго під час фази виходу в трубку, водночас було встановлено і певні особливості. Вплив норми висіву на мінливість показників повітряно-сухої маси рослин з 1 м² вищим був у 2021 р., повітряно-суха маса однієї рослини навпаки, – зазнавала менших змін за впливу цього чинника.

На нашу думку це пов'язано з тим, що за більш сприятливих погодних умов рослини менше змінюють свої біометричні параметри при збільшенні конкуренції між ними. При цьому приріст повітряно-сухої маси рослин з одиниці площі при підвищенні норми висіву у відносних показниках звісно вищий буде в більш сприятливих погодних умовах. Так, в погодних умовах 2021 р. з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га повітряно-суха маса однієї рослини в середньому зростала на 69,0 г (на 77,0 %), тоді як в 2019 і 2020 рр. – на 55,7 і 49,2 г, або на 66,5 і 65,5 % відповідно (дод. А.15). При цьому повітряно-суха маса однієї рослини в 2021 р. в середньому зменшувалася на 29,3 %, тоді як у 2019 і 2020 рр. – на 35,4 і 32,0 % відповідно.

Варто відмітити, що повітряно-суха маса однієї рослини досліджуваних гібридів сорго зернового по всіх варіантах меншою була саме в 2021 р., при цьому повітряно-суха маса рослин з метра квадратного була найвищою. Це пов'язано з вищими показниками густоти сходів і збереженості рослин.

У фазі досягання зерна вплив міжрядь на мінливість повітряно-сухої маси рослин був ще вищий. Так, з їх розширенням від 35 до 70 см повітряно-суха маса рослин у середньому зменшувалася з 500,2 до 451,0 г/м², або більше ніж на 11,0 % (табл. 3.14). У фазі кущіння і виходу в трубку цей показник був менший – 3,4 і 7,4 % відповідно. Різниця за цим показником на варіантах з міжряддями 35 і 45 см була значно меншою – лише на 21,6 г/м² або 4,5 %.

Вплив міжрядь на зміну повітряно-сухої маси рослин сорго зернового з метра квадратного з підвищенням норми висіву значно зростав. Так, за норми висіву насіння 100 тис. шт./га, повітряно-суха маса рослин сорго гібридів Сват і Флаг з розширенням міжрядь від 35 до 70 см у середньому за три роки

зменшувалася на 15,5 і 11,1 г/м² (4,1 і 3,1 %), тоді як на варіантах з нормою висіву 220 тис. нас./га – на 85,5 і 92,2 г/м² (16,3 і 18,5 %) відповідно.

Таблиця 3.14

Повітряно-суха маса рослин сорго зернового з метра квадратного (чисельник) та однієї рослини (знаменник) під час фази досягання за різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву, г

Гібрид (чинник <i>B</i>)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник <i>C</i>)	Ширина міжрядь, см (чинник <i>A</i>)			Середнє
		35	45	70	
Флагг	100	395,4/73,3	390,3/74,6	379,9/70,4	388,5/72,8
	140	487,1/66,5	471,5/65,2	450,1/61,6	469,6/64,4
	180	561,1/59,5	536,5/56,4	499,7/52,6	532,4/56,2
	220	608,9/52,3	576,3/49,3	523,4/45,0	569,5 /48,9
Сват	100	366,2/65,2	360,6/64,9	355,1/64,1	360,6/64,7
	140	457,0/59,2	439,7/57,4	425,0/56,3	440,6/57,6
	180	534,2/56,9	506,1/54,1	474,8/50,5	505,0/53,8
	220	591,6/52,2	547,4/47,7	499,4/43,8	546,1/47,9
Середнє за чинником <i>B</i>	Флагг	513,1/62,9	493,7/61,4	463,3/57,4	490,0/60,6
	Сват	487,3/58,4	463,5/56,0	438,6/53,7	463,1/56,0
Середнє за чинником <i>C</i>	100	380,8/69,3	375,5/69,8	367,5/67,3	374,6/68,8
	140	472,1/62,9	455,6/61,3	437,6/59,0	455,1/61,1
	180	547,7/58,2	521,3/55,3	487,3/51,6	518,8/55,0
	220	600,3/52,3	561,9/48,5	511,4/44,4	557,9/48,4
Середнє по досліді		500,2/60,7	478,6/58,7	451,0/55,6	476,6/58,3

Повітряно-суха маса однієї рослини обох гібридів сорго також найбільшою була на варіантах з міжряддями 35 см. У середньому по роках, гібридах і нормах висіву вона становила 60,7 г, що на 5,1 г (9,2 %) більше ніж на варіанті з міжряддями 70 см. При цьому з розширенням міжрядь від 35 до 45 см повітряно-суха маса однієї рослини зменшувалася не істотно, – лише на 2,0 г, або на 3,4 %.

Вплив норм висіву на зміну повітряно-сухої маси рослин сорго з одиниці площі порівняно з попередніми фазами був найменший. У середньому за роками, гібридами та міжряддями, повітряно-суха маса з підвищенням норми висіву від 100 до 220 тис. нас./га у цю фазу зростала на 48,9 %, тоді як у фази кушіння та виходу в трубку – на 85,2 і 70,0 % відповідно. Найменша прибавка показника була з підвищенням норми висіву насіння від 180 до 220 тис. шт./га – лише на 7,5 %.

Вплив норми висіву на мінливість повітряно-сухої маси рослин сорго прогнозовано найменшим був на варіантах з найширшими міжряддями. Так, на варіантах з міжряддями 35 см повітряно-суха маса рослин з метра квадратного з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га, у середньому за роками на посівах гібридів Сват і Флагг зростала на 61,6 % і 54,0 %, а на варіантах з міжряддями 70 см – лише на 40,6 і 37,8 % відповідно.

У розрізі років відмічено в цілому подібну тенденція впливу норми висіву у взаємодії з різними варіантами міжрядь на варіабельність повітряно-сухої маси рослин, однак розбіжність показників вищою була в 2021 р. Так, з розширенням міжрядь від 35 до 75 см повітряно-суха маса рослин сорго у 2019 і 2020 рр. у середньому по гібридам і нормам висіву зменшувалася 10,3 і 9,0 %, а в 2021 р. – майже на 13 %. Так само, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га, повітряно-суха маса рослин у 2019 і 2020 рр. у середньому зростала на 41,7 і 47,7 % відповідно, тоді як у 2021 р. – на 56,3 % (дод. А.16).

Наведена на рис. 3.3 і 3.4 динаміка приросту повітряно-сухої маси однієї рослини гібридів сорго Флагг і Сват свідчить, що більш інтенсивно цей процес відбувається за умови підвищення норми висіву насіння від 100 до 140 тис. шт./га на варіантах з міжряддями 35 см.

Приріст цього показника за поступового підвищення норми висіву на прийнятій у досліді крок градації, у фазі куціння в гібридів сорго Флагг і Сват на варіантах з міжряддями 35 см становив 4,6–5,5 г/м² і 4,8–5,3 г/м² відповідно. У фазу виходу в трубку розбіжність була значно вищою – від 14,5 до 26,1 г/м².

На варіантах з міжряддями 70 см динаміка прибавки повітряно-сухої маси рослин гібриду Флагг була меншою, що зумовлено вищою конкуренцією між рослинами. За кожного наступного підвищення норми висіву, приріст повітряно-сухої маси рослин істотно зменшувався. Вже під час фази виходу а трубку, приріст показника з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 140 тис. шт./га був значно вищий, ніж за її підвищення від 140 до 180 тис. шт./га. Встановлені тенденції відмічалися також на посівах сорго гібриду Сват.

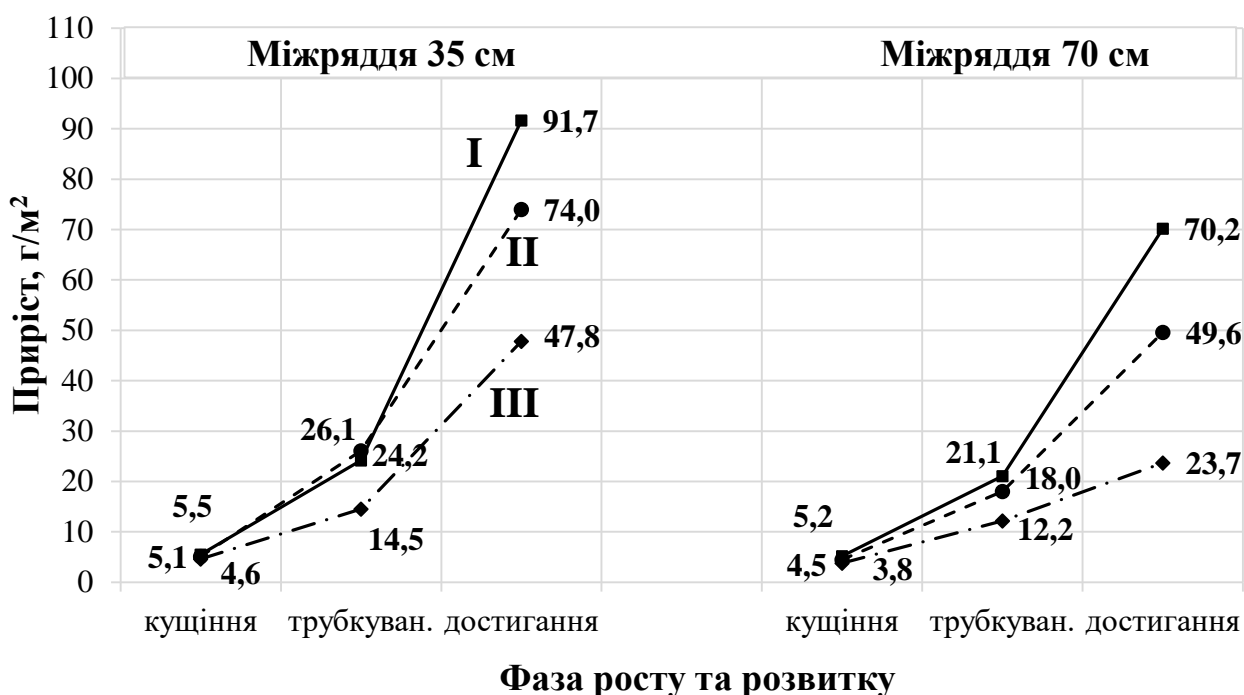


Рис. 3.3. Динаміка приросту повітряно-сухої маси рослин сорго зернового гібриду Флагг при підвищенні норми висіву насіння від 100 до 140 тис. шт./га (I), від 140 до 180 тис. шт./га (II) і від 180 до 220 тис. шт./га (III) у середньому за 2019–2021 рр., г/м².

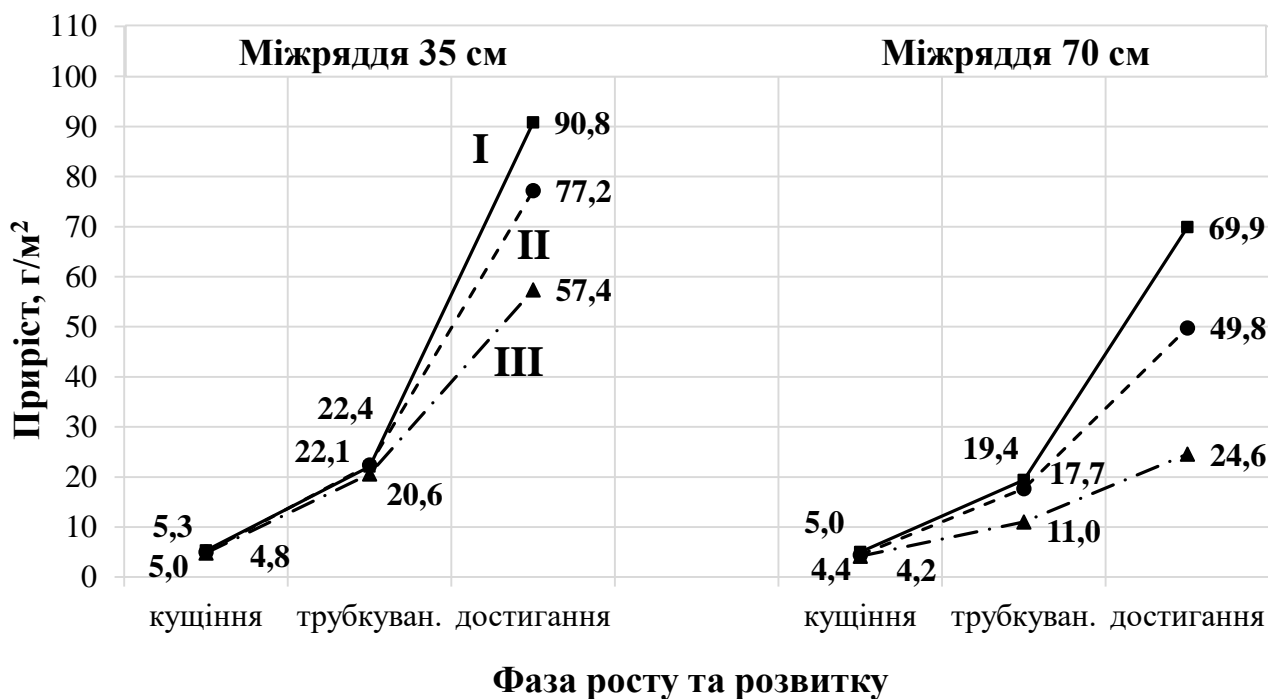


Рис. 3.4. Динаміка приросту повітряно-сухої маси рослин сорго зернового гібриду Сват при збільшенні норми висіву насіння від 100 до 140 тис. шт./га (I), від 140 до 180 тис. шт./га (II) і від 180 до 220 тис. шт./га (III) у середньому за 2019–2021 рр., г/м².

Таким чином, обліки повітряно-сухої маси рослин сорго зернового показали значний вплив досліджуваних варіантів поєднання норми висіву та ширини міжрядь на варіабельність цих показників. Вплив норми висіву в динаміці росту та розвитку рослин на повітряно-суху масу рослин з одиниці площі поступово зменшувався, а на повітряно-суху масу однієї рослини навпаки, – зростав. Вплив ширини міжрядь як на повітряно-суху масу рослин з метра квадратного, так і на повітряно-суху масу однієї рослини по мірі росту та розвитку збільшувався.

Повітряно-суха маса однієї рослини обох гібридів сорго не зазнавала значних змін у межах поєднання міжрядь 35 см з нормами висіву насіння від 100 до 180 тис. шт./га, а також міжрядь 45 см з нормами 100 і 140 тис. шт./га. Проведення сівби з міжряддями 70 см, як і підвищення норми висіву насіння до 220 тис. шт./га призводило до значного її зниження.

3.5. Індекс листової поверхні, фотосинтетичний потенціал та чиста продуктивність фотосинтезу посівів сорго зернового за різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву насіння

Виключно важливе значення у формуванні продуктивності рослин і посівів у цілому відіграє листовий апарат та ефективність його роботи. Логічно, що з утворенням більшої площі листя посіви закладають кращу основу для отримання вищої врожайності. Враховуючи тісний прямий вплив досліджуваних елементів технології вирощування на параметри та активність роботи листків рослин, програмою досліджень передбачалося визначення індексу листової поверхні (ІЛП), площі листя однієї рослини, фотосинтетичного потенціалу (ФП) та чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) в динаміці росту та розвитку рослин гібридів сорго зернового різних груп стиглості.

Досліджувані чинники істотно впливали на зміну показників ІЛП та площі листя однієї рослини у фазі куціння. Найбільших змін ІЛП посівів сорго зазнавав за впливу норми висіву, тим більше що її досліджуваний діапазон перевищував 100 %. Так, ІЛП рослин за норм висіву насіння 100, 140, 180 і 220 тис. шт./га в середньому становив 0,65, 0,87, 1,07 і 1,24 (табл. 3.15).

За поступового підвищення норми висіву приріст ІЛП зменшувався, оскільки зростала конкуренція між рослинами. Так, з її підвищенням від 100 до 140 тис. шт./га, ІЛП у відносних показниках зростав на 34 %, від 140 до 180 тис. шт./га – на 23 % і від 180 до 220 тис. шт./га – лише на 16 %.

Вплив норми висіву на ІЛП найбільшим був на варіантах з найвужчими міжряддями. Так, з її підвищенням від 100 до 220 тис. шт./га, ІЛП на варіантах з міжряддями 35 см зростав на 0,68, тоді як на варіантах з міжряддями 70 см – лише на 0,49. Між варіантами з міжряддями 35 і 45 см різниця була значно меншою.

Таблиця 3.15

Індекс листової поверхні – чисельник, і площа листя однієї рослини – знаменник (см²) гібридів сорго під час фази кущіння за різних варіантів поєднання міжрядь з нормою висіву в середньому за 2019–2021 рр.

Гібрид (чинник <i>B</i>)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник <i>C</i>)	Ширина міжрядь, см (чинник <i>A</i>)			Середнє
		35	45	70	
Флагг	100	0,71/954	0,71/948	0,69/920	0,70/941
	140	0,97/929	0,93/888	0,89/836	0,93/884
	180	1,20/889	1,13/831	1,08/781	1,14/834
	220	1,41/805	1,31/775	1,22/708	1,31/763
Сват	100	0,61/829	0,61/826	0,58/773	0,60/809
	140	0,84/807	0,81/773	0,75/709	0,80/763
	180	1,07/788	1,02/754	0,92/666	1,00/736
	220	1,27/755	1,19/707	1,04/603	1,17/688
Середнє за чинником <i>B</i>	Флагг	1,07/894	1,27/861	0,97/811	1,10/855
	Сват	0,95/795	0,91/765	0,82/688	0,89/749
Середнє за чинником <i>C</i>	100	0,66/892	0,66/887	0,64/847	0,65/875
	140	0,91/868	0,87/831	0,82/773	0,87/824
	180	1,14/839	1,08/793	1,00/724	1,07/785
	220	1,34/780	1,25/741	1,13/656	1,24/726
Середнє		1,01/845	0,97/813	0,90/750	0,96/803

Вплив міжрядь на мінливість ІЛП посівів сорго був меншим порівняно з нормою висіву, однак достовірним. Найбільше цей показник знижувався з розширенням міжрядь від 45 до 70 см. Так, у середньому за роками, гібридами і нормами висіву, з розширенням міжрядь від 35 до 45 см ІЛП посівів сорго зменшувався на 4,1 %, а з розширенням міжрядь від 45 до 75 см – майже на 8,0 %.

Вплив цього чинника з підвищенням норми висіву зростав. Так, на варіантах з нормою висіву насіння 100 тис. шт./га, з розширенням міжрядь від 35 до 70 см, ІЛП у середньому за роками в гібридів Флагг і Сват зменшувався лише на 3,0 і 5,2 % відповідно, тоді як за норми висіву насіння 220 тис. шт./га – на 15,6 і 22,1 %. Істотна взаємодія цих чинників доведена статистичним аналізом.

Завдання порівняти між собою досліджувані гібриди не було оскільки вони відносяться до різних груп стиглості, відповідно розвиваються не синхронно, і в конкретний час росту і розвитку перебувають у різних мікрофазах. Тож їх порівняння у прив'язці до конкретних фаз росту та розвитку на нашу думку є не зовсім коректним, оскільки обліки показників листової поверхні цих гібридів робили в один день. Основним завданням було порівняння саме різних варіантів поєднання норми висіву у взаємодії з шириною міжрядь. При цьому варто відмітити, що посіви середньораннього гібриду Флагг формували значно вищі показники площі листової поверхні, ніж ранньостиглого гібриду Сват.

Значно вищими показники ІЛП вони були в сприятливих погодних умовах 2021 р., разом з тим, загальна закономірність впливу досліджуваних чинників зберігалася. Так, зі звуженням міжрядь від 70 до 35 см, ІЛП посівів сорго у середньому по гібридах і нормах висіву в 2019, 2020 і 2021 рр. підвищувався на 12,2 %, 13,8 і 10,0 % відповідно (дод. А.17).

Більша різниця між роками досліджень була відмічена за показниками ІЛП за різних норм висіву. Їхній вплив вищим був у 2021 р. Так, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га ІЛП посівів сорго у середньому по досліджуваних гібридах і варіантах міжрядь зростав на 96 %, тоді як у 2019 і 2020 рр. – на 52 і 86 % відповідно.

Площа листків однієї рослини у фазі кущіння більших змін зазнавала також за впливу норми висіву. Оскільки з її підвищенням конкуренція між рослинами зростала, то цілком логічним є зменшення їх розмірів, а відповідно і площі листової поверхні. Так, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га, площа листя однієї рослини в середньому за роками, гібридами та шириною міжрядь зменшувалася з 875 до 726 см², або майже на 20,0 %. Варто

відмітити, що найбільше цей показник зменшувався з підвищенням норми висіву насіння від 180 до 220 тис. шт./м² – на 59 см² (8,0 %) (див. табл. 3.15).

У роки досліджень відмічена закономірність у цілому зберігалася, проте сила впливу була різною. Так, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га, площа листя однієї рослини у середньому по гібридах і варіантах міжрядь в 2019 р. зменшувалася на 181 см² (26 %), тоді як у 2020 і 2021 р. – на 137 і 130 см² (21 і 16 %) відповідно (дод. А.20).

Досліджувані варіанти міжрядь також спричиняли істотні зміни площі листя однієї рослини. Не може викликати сумніву факт підвищення площі листків однієї рослини з покращенням форми площі живлення, тобто зі звуженням міжрядь. Тож, найбільшою вона була на варіантах з міжряддями 35 см – 845 см². З розширенням міжрядь від до 70 см площа листя однієї рослини у середньому зменшувалася 95 см² (13 %). Різниця між варіантами з міжряддями 35 і 45 см була значно меншою – 32,0 см² (3,9 %).

Вплив міжрядь на мінливість площі листків однієї рослини значно зростав з підвищенням норми висіву. Так, зі звуженням міжрядь від 70 до 35 см, площа листя однієї рослини гібридів сорго Флагг і Сват на варіантах з нормою висіву насіння 100 тис. шт./га зростала на 34 і 56 см² (3,7 і 7,2 %), тоді як на варіантах з нормою висіву насіння 220 тис. шт./га – на 97 і 152 см² (13,7 і 25,2 %) відповідно.

У цілому під час кушіння, площа листків однієї рослини сорго була близькою у межах поєднання варіантів норми висіву насіння від 100 до 180 тис. шт./га з міжряддям 35 см, сполучення норм висіву насіння 100 і 140 тис. шт./м² з міжряддями 45 см і норми висіву насіння 100 тис. шт./га з міжряддям 70 см.

Під час фази виходу в трубку вплив норми висіву на зміну ІЛП рослин сорго у відносних показниках був дещо меншим порівняно з попередньою фазою і це логічно, адже при збільшенні параметрів рослин вони сильніше тиснуть одна на одну, що призводить до загострення конкуренції між ними. Так, у середньому за роками, гібридами та шириною міжрядь, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га, ІЛП під час виходу в трубку у відносних показниках зростав на 74 %, а під час кушіння, як раніше наголошувалося, – на 90 %.

Як і під час попередньої фази, у фазі виходу в трубку була відмічена істотна взаємодія норми висіву з досліджуваними міжряддями, яка проявлялася в частковому нівелюванні впливу норми висіву при звуженні міжрядь і зменшенні розбіжності між показниками за впливу ширини міжрядь при зменшенні норми висіву. Так, зі звуженням міжрядь від 70 до 35 см ІЛП сорго на варіантах з нормою висіву 100, 140, 180 і 220 тис. нас./га у середньому за роками зростав на 5 %, 9, 12 і 19 % відповідно. У свою чергу, з підвищенням норми висіву від 100 до 220 тис. нас./га ІЛП посівів сорго у середньому за роками і гібридами на варіантах з міжряддями 35, 45 і 70 см підвищувався на 83, 75 і 62 % відповідно (табл. 3.16).

Таблиця 3.16

Індекс листової поверхні – чисельник і площа листя однієї рослини – знаменник (см²) гібридів сорго під час фази трубкування за різних варіантів посіву міжрядь з нормою висіву в середньому за 2019–2021 рр.

Гібрид (чинник <i>B</i>)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник <i>C</i>)	Ширина міжрядь, см (чинник <i>A</i>)			Середнє
		35	45	70	
Флагг	100	1,81/2756	1,78/2726	1,73/2608	1,77/2697
	140	2,31/2536	2,26/2453	2,16/2321	2,24/2437
	180	2,81/2370	2,70/2280	2,57/2154	2,69/2268
	220	3,26/2233	3,09/2114	2,79/1881	3,05/2076
Сват	100	1,70/2627	1,67/2569	1,60/2438	1,66/2545
	140	2,20/2412	2,13/2332	1,98/2147	2,10/2297
	180	2,72/2305	2,61/2229	2,36/1979	2,56/2171
	220	3,17/2167	2,97/2042	2,62/1774	2,92/1994
Середнє за чинником <i>B</i>	Флагг	2,55/2474	2,46/2393	2,31/2241	2,44/2369
	Сват	2,45/2378	2,35/2293	2,14/2085	2,31/2252
Середнє за чинником <i>C</i>	100	1,76/2692	1,73/2648	1,67/2523	1,72/2621
	140	2,26/2474	2,20/2398	2,07/2234	2,18/2369
	180	2,77/2338	2,66/2255	2,47/2067	2,63/2220
	220	3,22/2200	3,03/2078	2,71/1828	2,99/2035
Середнє по досліді		2,50/2426	2,41/2345	2,23/2163	2,38/2311

На відміну від норми висіву, вплив міжрядь на мінливість ІЛП посівів сорго під час фаз кушіння та виходу в трубку був фактично однаковим. Так, зі звуженням міжрядь від 70 до 35 см, цей показник у середньому зменшувався на

12,1 %. Крім того, як і під час попередньої фази, більшою мірою зміна цього показника спостерігалася з розширенням міжрядь від 45 до 70 см. Різниця між ІПП на варіантах з міжряддями 35 і 45 см була значно меншою, однак теж істотною.

Вплив норми висіву на зміну площі листя однієї рослини під час фази виходу в трубку порівняно з попередньою фазою значно зростав. Зокрема, у цій фазі, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га площа листя однієї рослини сорго у середньому за іншими чинниками зменшувалася на 28,8 %, тоді як у фазі кущіння на 20,5 %. Відмічена розбіжність є цілком закономірною, адже з наростанням вегетативної маси рослин, конкуренція між ними зростає, що призводить до часткового нівелювання впливу норми висіву насіння.

Площа листків однієї рослини гібридів Флагг і Сват під час виходу в трубку найбільшою була на варіантах з міжряддями 35 см – 2474 і 2378 см² відповідно. З розширенням міжрядь вона істотно зменшувалася. Більшою мірою її зниження відбувалося з розширенням міжрядь від 45 до 70 см – на 6,8 % в гібриду Флагг і майже на 10,0 % – у гібриду Сват. Різниця за площею листків однієї рослини між варіантами з шириною міжрядь 35 і 45 см була значно меншою – 81 і 85 см² або 3,4 і 3,7 % відповідно.

Площа листків однієї рослини обох гібридів сорго на варіантах з міжряддями 70 см була істотно меншою, ніж на варіантах з міжряддями 35 і 45 см за всіх норм висіву. Відмічена тенденція мала місце в усі роки. На варіантах з міжряддями 35 і 45 см площа листків однієї рослини сорго істотно не відрізнялася на варіантах з нормою висіву 100 тис. шт./га. З підвищенням норми висіву різниця між цими показниками була істотною і поступово зростала.

У фазі досягання відмічалася подальше нівелювання впливу норми висіву на мінливість ІПП, що зумовлювалося зростанням конкуренції між рослинами. Так, як раніше наголошувалося, під час фаз кущіння та виходу в трубку з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га ІПП у середньому за іншими чинниками збільшувався на 90,8 і 73,8 % відповідно, а у фазі досягання зерна – лише на 52,2 % (табл. 3.17).

Таблиця 3.17

Індекс листової поверхні (чисельник) і площа листа однієї рослини (знаменник, см²) сорго під час фази досягання за різних варіантів поєднання міжрядь з нормою висіву в середньому за 2019–2021 рр.

Гібрид (чинник <i>B</i>)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник <i>C</i>)	Ширина міжрядь, см (чинник <i>A</i>)			Середнє
		35	45	70	
Флагг	100	3,21/5937	3,14/5989	3,06/5668	3,14/5865
	140	3,95/5382	3,84/5188	3,68/4994	3,82/5188
	180	4,52/4787	4,34/4557	4,08/4295	4,31/4546
	220	4,97/4285	4,70/4013	4,31/3715	4,66/2719
Сват	100	3,04/5400	3,00/5401	2,92/5275	2,99/5359
	140	3,80/5086	3,69/4882	3,53/4679	3,67/4882
	180	4,51/4713	4,32/4568	3,98/4230	4,27/4504
	220	5,00/4396	4,70/4103	4,24/3739	4,65/4079
Середнє за чинником <i>B</i>	Флагг	4,16/5098	4,01/4937	3,78/4668	3,98/4901
	Сват	4,09/4899	3,93/4739	3,67/4481	3,90/4706
Середнє за чинником <i>C</i>	100	3,13/5669	3,07/5695	2,99/5472	3,06/5612
	140	3,88/5234	3,77/5035	3,61/4837	3,75/5035
	180	4,52/4750	4,33/4563	4,03/4263	4,29/4525
	220	4,99/4341	4,70/4058	4,28/3727	4,66/4042
Середнє по досліді		4,13/4999	3,97/4838	3,73/4575	3,94/4804

Вплив норми висіву на зміну цього показника найменшим був на варіантах з міжряддями 70 см. Так, найбільша розбіжність між цим показником за впливу норми висіву на варіантах з міжряддями 35, 45 і 70 см у середньому за роками та гібридами становила 59,4 %, 53,1 і 43,1 % відповідно. Приріст ІЛП поступово зменшувався за поступового підвищення норми висіву. Більшою мірою ця тенденція спостерігалася на варіантах з міжряддями 70 см. Так, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 140 тис. шт./га, ІЛП посівів сорго на варіантах з цими міжряддями у середньому за роками і гібридами збільшувався на 20,7 %, від 140 до 180 тис. шт./га – на 11,6 %, а від 180 до 220 тис. шт./га – лише на 6,2 %.

Різниця між показниками ІЛП за впливу міжрядь, на посівах обох гібридів значно зростала з підвищенням норми висіву, що свідчить про часткове нівелювання ефекту загущення посівів за рахунок покращення форми площі

живлення рослин. Зокрема, на посівах гібриду сорго Сват, з розширенням міжрядь від 35 до 70 см, ІЛП посівів за найменшої норми висіву зменшувався лише на 4,1 %, тоді як за норми висіву насіння 220 тис. шт./га – майже на 18,0 %.

Загальна тенденція впливу норми висіву та міжрядь відмічалася в усі роки (дод. А.19). Зокрема, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га ІЛП посівів у середньому по гібридах і міжряддях у 2019, 2020 і 2021 рр. зростав на 49,3 %, 52,4 і 53,8 % відповідно. З розширенням міжрядь від 35 до 70 см ІЛП посівів сорго в середньому за нормами висіву та гібридами в 2019, 2020 і 2021 рр. зменшувався 11,0 %, 9,5 і 11,4 % відповідно.

Розбіжність між площею листків однієї рослини сорго за впливу норми висіву під час фази досягання була найвищою – у середньому 38,8 %. Її вплив найменшим був на варіантах з міжряддями 35 см. Зокрема, на варіантах з міжряддями 70 см, площа листків однієї рослини з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га у середньому зменшувалася на 46,8 %, тоді як на варіантах з міжряддями 35 см – на 30,6 %.

Найвищу площу листя однієї рослини сорго гібридів Флагг і Сват – 6627 і 6316 см² відповідно, відмічено в 2021 р. на варіантах поєднання норми висіву насіння 100 тис. шт./га з міжряддями 35 см. Найменшою площею листків однієї рослини цих гібридів – 3523 і 3317 см² відповідно, формувалася в погодних умовах 2020 р. у варіанті поєднання найбільшої норми висіву з міжряддями 70 см.

Значна розбіжність між площею листків однієї рослини свідчить з одного боку про значну поліморфність цього показника, а з іншого, – про важливість оптимізації чинників, що визначають розподіл рослин по площі живлення, аби досягти утворення найбільшої активної площі асиміляційної поверхні.

Серед досліджуваних чинників найбільший вплив на зміну ІЛП посівів чинили норми висіву. Їх частка в мінливості показника становила 76 % (рис. 3.5). Частки впливу гібридів і міжрядь були значно меншими – 3,3 і 6,4 %, однак достовірними. Значний вплив на мінливість ІЛП посівів чинили погодні умови – 9,5 %. Сумарна частка впливу всіх взаємодій чинників становила лише 1,5 %, при цьому лише вплив взаємодії норм висіву з шириною міжрядь був істотний.

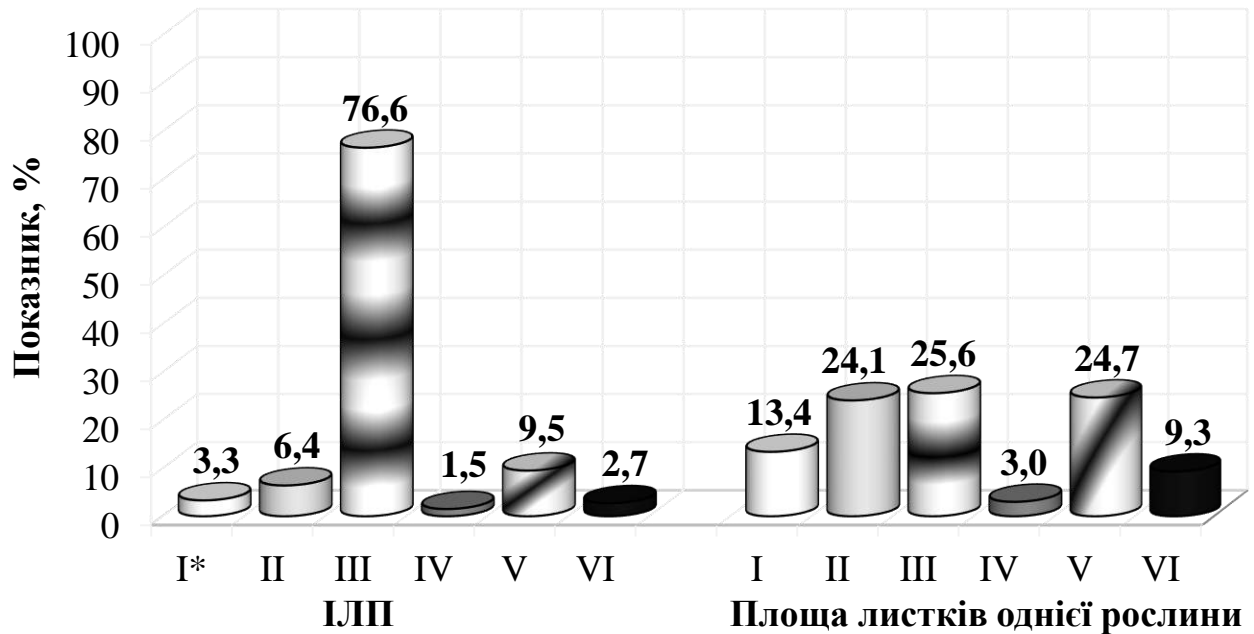


Рис. 3.5. Частки чинників у варіабельності ІЛП та площі листків однієї рослини сорго зернового під час фази кушіння, %.

Умовні позначення: * чинники: I – ширина міжрядь (A); II – гібрид (B); III – норма висіву насіння (C); IV – сума взаємодій AB+AC+BC+ABC; V – рік; VI – інші.

Інші закономірності впливу досліджуваних чинників відмічено на зміні площі листків однієї рослини. Так, частка впливу міжрядь у мінливість цього показника була у чотири рази більшою і становила 13,4 %. Також значно зростала частка гібриду – 24,1 %. Мінливість показника також здебільшого зумовлювалася впливом норм висіву однак, їх частка – 25,6 %, була майже втричі меншою порівняно з часткою впливу цього чинника в мінливість ІЛП.

У фази виходу в трубку та досягання також відмічалася домінуюча роль норми висіву в мінливості показників ІЛП і площі листя однієї рослини. Крім того, їх частка була значно вищою. Так, під час фаз виходу в трубку та досягання зерна, мінливість ІЛП у 89,4 і 83,1 % випадків відповідно зумовлювалася впливом цього чинника, а площа листя однієї рослини – у 42,6 і 57,8 % (рис. 3.6, 3.7).

Частка впливу міжрядь у мінливість ІЛП посівів від фази кушіння до фази досягання зерна поступово зростала, а в площі листової поверхні однієї рослини, навпаки, – зменшувалася. Так, частка цього чинника в мінливості ІЛП посівів під час фаз кушіння, виходу в трубку та досягання становила 3,3 %, 4,9 і 6,2 %, а в мінливості площі листків однієї рослини – 13,4 %, 11,2 і 5,2 % відповідно.

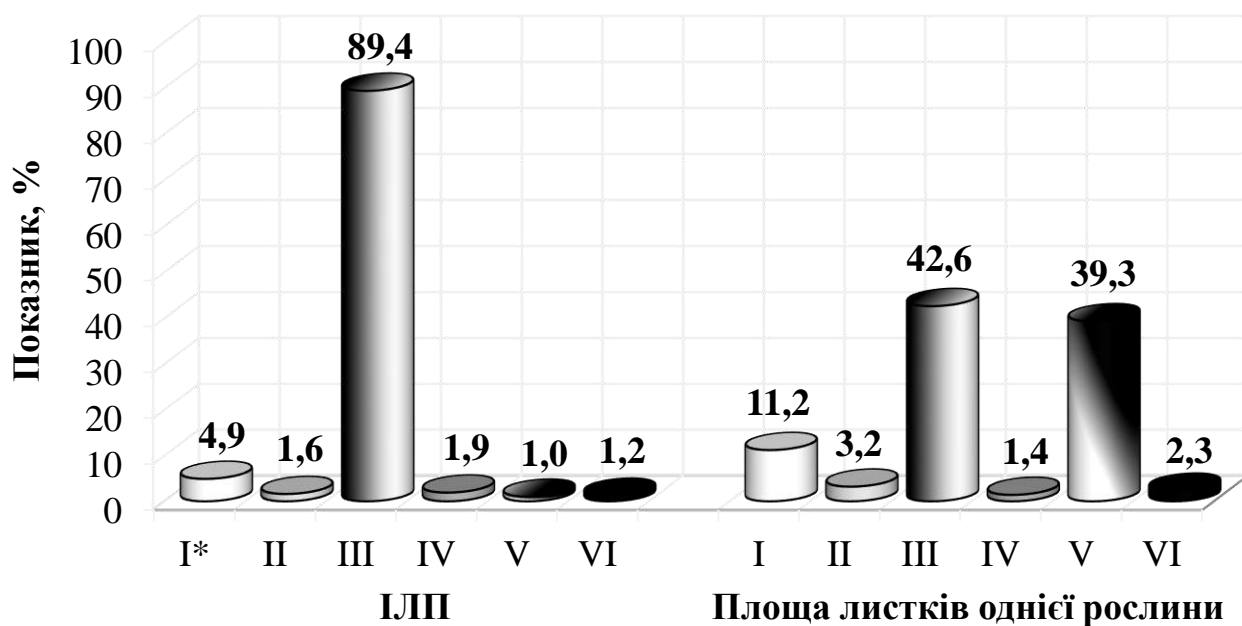


Рис. 3.6. Частки чинників у варіабельності ІЛП та площі листків однієї рослини сорго під час фази виходу в трубку, %.

Умовні позначення: * чинники: І – ширина міжрядь (А); ІІ – гібрид (В); ІІІ – норма висіву насіння (С); ІІІІ – сума взаємодій АВ+АС+ВС+АВС; ІІІІІ – рік; ІІІІІІ – інші.

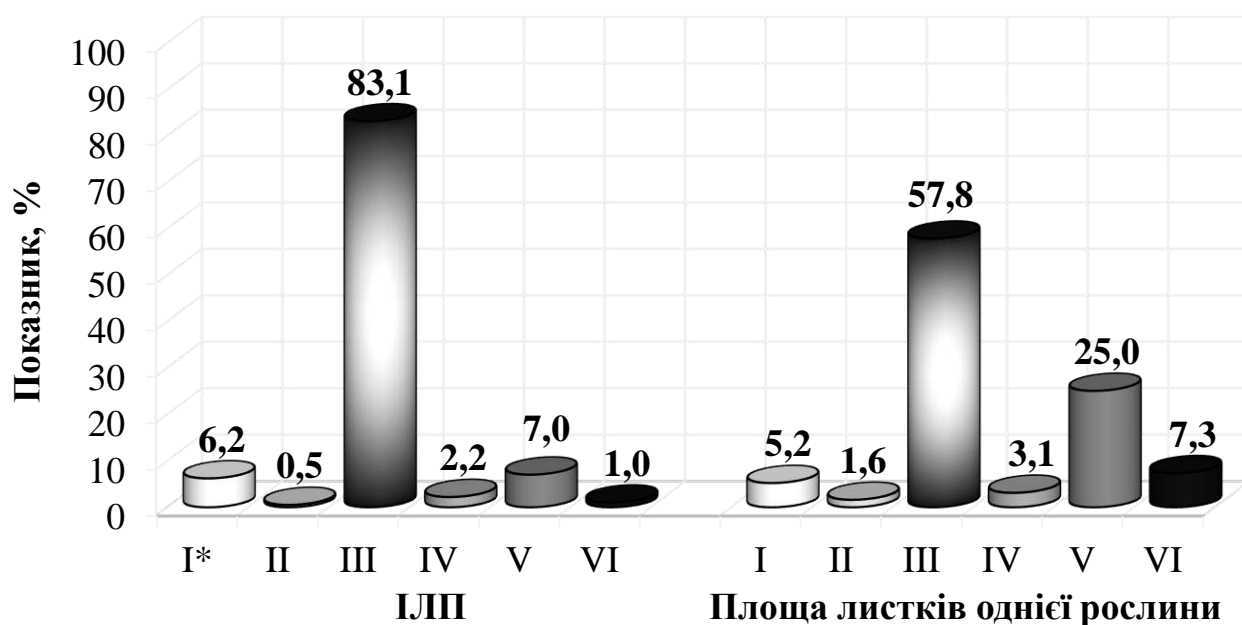


Рис. 3.7. Частки чинників у варіабельності ІЛП та площі листя однієї рослини сорго зернового під час фази досягання, %.

Умовні позначення: * чинники: І – ширина міжрядь (А); ІІ – гібрид (В); ІІІ – норма висіву насіння (С); ІІІІ – сума взаємодій АВ+АС+ВС+АВС; ІІІІІ – рік; ІІІІІІ – інші.

На нашу думку такий розподіл показників є закономірним, оскільки при збільшенні параметрів рослин, конкуренція між ними загострюється, тож ширина міжрядь, а відповідно і рівень тиску рослин одна на одну в рядку, буде відігравати більшу роль в мінливості ІЛП посівів. Помітне зростання частки впливу норми

висіву в мінливість площі листя однієї рослини від фази кущіння до досягання зерна, на нашу думку також є логічним, оскільки на ранніх стадіях рослини мають менші розміри, тож менше конкурують, а по мірі їх росту та розвитку конкуренція між ними зростає тож, різниця за площею листя однієї рослин за впливу норми висіву буде зростати. Відповідно, зростає і частка впливу цього чинника.

З часом, різниця за показником ІЛП посівів і площею листків однієї рослини між досліджуваними гібридами сорго поступово нівелювалася, і на перший план у контексті впливу на ці показники, виходили чинники, що регламентують рівень конкурентної боротьби. Відповідно частка впливу чинника гібридо-особливостей зменшувалася. Крім того, під час фази досягання зерна в 2021 р. істотної різниці за показником ІЛП за впливу цього чинника не було (дод. А.19).

Поряд з визначенням ІЛП та площі листків рослини важливо визначити фотосинтетичний потенціал посівів (ФПП), оскільки цей показник дає можливість більш об'єктивно оцінити параметри листової поверхні посівів. Звісно, ІЛП дає можливість порівняти площу листової поверхні лише у певний час. На відміну від нього, ФПП показує параметри площі листя за певний період часу. Площа листків однієї рослини також не дає повної оцінки про параметри площі листової поверхні посівів більше підходячи для характеристики продуктивності рослини. Виходячи з цього, нами було розраховано та проаналізовано ФПП за різні періоди розвитку рослин, та у цілому за вегетацію.

Не викликає сумніву те, що ФПП обох гібридів сорго в досліджувані фази росту та розвитку найбільших змін зазнавав за впливу норми висіву. Розбіжність між показниками ФПП за впливу цього чинника перевищувала 40,0 %. З ростом рослин розбіжність між показниками ФПП за впливу норми висіву частково нівелювалася. Так, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га, ФПП за період фаз кущіння, виходу в трубку, викидання волоті та міжфазний період формування-досягання зерна зростав на 88,5 %, 69,4 %, 55,5 і 50,0 % відповідно в гібриду Сват, і на 81,8 %, 63,7 %, 51,2 і 43,6 % – у гібриду Флагг.

За поступового підвищення норми висіву ФПП поступово зменшувався. Більшою мірою ця тенденція була характерна для фаз викидання волоті та

міжфазного періоду формування-достигання зерна. Так, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 140 тис. шт./га ФПП сорго гібридів Сват і Флагг за міжфазний період формування-достигання зерна в середньому збільшувався на 237,7 і 274,6 тис. м² діб/га (на 22,2 і 20,7 %), тоді як від 180 до 220 тис. шт./га – лише на 116,4 і 111,3 тис. м² діб/га, або на 6,9 і 6,2 % відповідно (табл. 3.18, 3.19).

Таблиця 3.18

Фотосинтетичний потенціал посівів сорго зернового гібриду Сват за впливу різних варіантів поєднання ширини міжрядь із нормою висіву насіння в середньому за 2019-2021 рр., тис. м² діб/га

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Фази росту та розвитку				Сумарний ФПП
		кущіння	трубкування	викидання волоті	формування-достигання зерна	
35	100	119,6	323,9	665,7	1212,3	2395,7
	140	163,3	414,8	835,4	1509,3	3031,5
	180	202,4	505,0	1003,9	1754,4	3602,0
	220	238,2	573,8	1090,6	1904,3	3978,9
45	100	118,2	310,9	650,2	1195,3	2346,1
	140	155,3	394,4	802,0	1455,0	2907,6
	180	193,0	479,7	954,7	1675,1	3433,6
	220	224,0	535,6	1032,2	1790,7	3741,5
70	100	112,9	300,4	649,2	1177,1	2309,7
	140	145,8	369,6	788,5	1414,8	2815,0
	180	177,0	434,4	887,9	1596,5	3222,3
	220	198,8	474,2	932,8	1680,0	3434,5
Середнє за чинником А	35	180,9	454,4	898,9	1595,1	3252,0
	45	172,6	430,2	859,8	1529,0	3107,2
	70	158,6	394,7	814,6	1467,1	2945,4
Середнє за чинником С	100	116,9	311,7	655,0	1194,9	2350,5
	140	154,8	392,9	808,6	1459,7	2918,0
	180	190,8	473,0	948,8	1675,3	3419,3
	220	220,3	527,9	1018,5	1791,7	3718,3
Середнє		170,7	426,4	857,8	1530,4	3101,5

Вплив норми висіву на ФПП сорго був значно вищий на варіантах з міжряддями 35 і 45 см. Крім того, з часом він ставав більш очевидним. Так, за міжфазний період формування-достигання зерна з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га ФПП гібридів сорго Сват і Флагг на варіантах з

міжряддями 35 см збільшувався на 57,1 і 51,2 %, з міжряддями 45 см – на 49,8 і 43,4 %, а на варіантах з міжряддями 70 см – лише на 42,7 і 35,6 % відповідно. З підвищенням норми висіву насіння від 180 до 220 тис. шт./га ФПП гібридів Сват і Флагг за міжфазний період формування-достигання зерна на варіантах з міжряддями 70 см зростав менше ніж на 5,0 %.

Таблиця 3.19

Фотосинтетичний потенціал посівів сорго зернового гібриду Флагг за впливу різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву насіння в середньому за 2019-2021 рр., тис. м² діб/га

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Фази росту та розвитку				Сумарний ФПП
		кущіння	трубкування	викидання волоті	формування-достигання зерна	
35	100	130,4	348,9	728,2	1370,9	2659,4
	140	175,7	443,6	907,5	1673,9	3317,7
	180	215,7	530,0	1059,6	1898,4	3854,7
	220	252,2	603,2	1174,9	2072,2	4285,7
45	100	127,3	338,5	712,1	1333,5	2593,7
	140	167,5	422,5	865,7	1617,4	3188,6
	180	202,1	499,0	999,1	1812,7	3663,3
	220	231,8	558,4	1083,6	1912,0	3968,1
70	100	122,4	321,7	679,6	1268,3	2470,7
	140	155,5	399,6	814,1	1505,1	2985,1
	180	185,7	463,3	903,8	1657,9	3353,1
	220	206,9	490,3	947,5	1719,8	3538,3
Середнє за чинником А	35	193,5	481,4	967,6	1753,9	3529,4
	45	182,2	454,6	915,1	1668,9	3353,4
	70	167,6	418,7	836,3	1537,8	3086,8
Середнє за чинником С	100	126,7	336,4	706,6	1324,2	2574,6
	140	166,2	421,9	862,4	1598,8	3163,8
	180	201,2	497,4	987,5	1790,0	3623,7
	220	230,3	550,6	1068,7	1901,3	3930,7
Середнє		181,1	451,6	906,3	1653,6	3323,2

Сівба з міжряддями 35 см сприяла формування значно вищих показників ФПП обох гібридів за всі періоди росту та розвитку рослин. Сумарний ФПП у середньому за нормами висіву на варіантах з міжряддями 35 см, 45 і 70 см

становив 3252,0, 3107,2 і 2945,4 тис. м² діб/га – в гібриду сорго Сват і 3529,4, 3353,4 і 3086,8 тис. м² діб/га відповідно – в гібриду Флагг.

Найвищий сумарний ФПП був на варіантах поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см – 3978,9 і 4285,7 тис. м² діб/га у гібридів Сват і Флагг відповідно. Порівняно з варіантом поєднання норми висіву 180 тис. нас./га і міжрядь 35 см, сумарний ФПП цих гібридів зріс на 10,5 і 11,2 % відповідно.

У підсумку слід відмітити тенденцію істотного підвищення показників ФПП за всі досліджувані періоди зі звуженням міжрядь від 70 до 35 см і зниження прибавки цього показника за умови підвищення норми висіву. Крім того, тенденція зменшення різниці за показниками ФПП досліджуваних гібридів за поступового підвищення норми висіву більшою мірою відмічалася на варіантах з міжряддями 70 см, що свідчить про сильніше зростання конкуренції в посівах між рослинами. По роках досліджень відмічено в цілому аналогічні тенденції впливу досліджуваних чинників на мінливість показників ФПП (дод. А.23–А.25).

Поряд з визначенням ФПП важливо визначити чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) яка характеризує активність роботи листового апарату. Вищі показники ФПП не завжди гарантують формування вищої врожайності культури, оскільки при цьому частина листової поверхні може бути затінена і не приймати участі в поглинанні ФАР. Тож, нами було поставлено завдання розрахувати ЧПФ у різні фази росту і розвитку та в середньому за вегетацію рослин сорго.

Розбіжність між показниками ЧПФ за впливу досліджуваних варіантів поєднання норми висіву та ширини міжрядь найменшою була у фазі кушіння. На нашу думку це логічно, адже в цю фазу рослини мають менші «габарити» кореневої системи і надземної маси, відповідно менше конкурують, а значить, мають менші розбіжності в активності роботи листової поверхні.

За впливу норми висіву розбіжність між показниками ЧПФ під час фази кушіння в гібридів сорго Сват і Флагг становила лише 0,10 г/м²·добу, або близько 2,5 %. Найвищим цей показник був на варіанті з найменшою нормою висіву насіння – 100 тис. шт./га і становив 4,04 і 4,23 г/м²·добу в гібридів сорго Сват і Флагг відповідно (табл. 3.20, 3.21).

Таблиця 3.20

Чиста продуктивність фотосинтезу посівів сорго зернового гібриду Сват за впливу різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву в середньому за 2019-2021 рр., г/м²·добу

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Фази росту та розвитку			Середня за вегетацію
		кущіння	трубкування	викидання волоті	
35	100	4,07	4,73	4,64	3,46
	140	4,04	4,73	4,61	3,45
	180	4,03	4,68	4,57	3,38
	220	3,99	4,64	4,52	3,36
45	100	4,03	4,92	4,62	3,43
	140	4,00	4,69	4,60	3,42
	180	3,99	4,61	4,55	3,32
	220	3,91	4,54	4,46	3,26
70	100	4,01	4,63	4,54	3,31
	140	3,98	4,58	4,48	3,24
	180	3,91	4,50	4,42	3,15
	220	3,92	4,35	4,20	2,99
Середнє за чинником А	35	4,03	4,70	4,59	3,41
	45	3,98	4,69	4,56	3,36
	70	3,96	4,52	4,41	3,17
Середнє за чинником С	100	4,04	4,76	4,60	3,40
	140	4,01	4,67	4,56	3,37
	180	3,98	4,60	4,51	3,28
	220	3,94	4,51	4,39	3,20
Середнє		3,99	4,64	4,52	3,31

Взаємодії норми висіву з міжряддями на зміну показників ЧПФ під час фази кущіння фактично не було, оскільки за різних міжрядь з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га цей показник знижувався аналогічно. Так, з її підвищенням від 100 до 220 тис. шт./га показник ЧПФ на варіантах з міжряддями 35 см, 45 і 70 см знижувався на 2,0 %, 3,0 і 2,3 % відповідно у гібриду Сват і на 2,2 %, 3,1 і 2,2 % – у гібриду Флагг.

Вплив досліджуваних варіантів ширини міжрядь на мінливість показників ЧПФ під час фази кущіння був фактично на одному рівні з впливом норми висіву. З розширенням міжрядь від 35 до 70 см спостерігалася тенденція

зменшення показника. Зокрема, на посівах сорго гібридів Сват і Флагг цей показник зменшувався на 1,8 і 1,9 % відповідно.

За роками досліджень відмічено певні відмінності впливу досліджуваних чинників на мінливість ЧПФ у фазі кущіння. Так, у 2019 р. розбіжності між показниками ЧПФ за впливу ширини міжрядь фактично не було, у 2020 р. вона становила менше 1,5 %, тоді як у 2021 р. перевищувала 3,5 % (дод. А.26–А.28). Вплив норми висіву також вищим був у 2021 р. Так, з її підвищенням від 100 до 220 тис. шт./га, показник ЧПФ у 2021 р. зростав на 3,7 %, тоді як у 2019 і 2020 рр. на 2,3 і 1,6 % відповідно.

Таблиця 3.21

Чиста продуктивність фотосинтезу посівів сорго зернового гібриду Флагг за впливу різних варіантів поєднання ширини міжрядь із нормою висіву насіння в середньому за 2019-2021 рр., г/м²·добу

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Фази росту та розвитку			Середня за вегетацію
		кущіння	трубкування	викидання волоті	
35	100	4,27	4,95	4,67	3,76
	140	4,25	4,92	4,66	3,75
	180	4,20	4,88	4,63	3,69
	220	4,18	4,76	4,54	3,63
45	100	4,24	4,92	4,63	3,72
	140	4,17	4,88	4,58	3,69
	180	4,15	4,82	4,54	3,64
	220	4,11	4,66	4,45	3,54
70	100	4,19	4,87	4,54	3,55
	140	4,18	4,80	4,47	3,48
	180	4,12	4,76	4,41	3,38
	220	4,10	4,56	4,26	3,20
Середнє за чинником А	35	4,23	4,88	4,63	3,71
	45	4,17	4,82	4,55	3,65
	70	4,15	4,75	4,42	3,40
Середнє за чинником С	100	4,23	4,91	4,61	3,68
	140	4,20	4,87	4,57	3,64
	180	4,16	4,82	4,53	3,57
	220	4,13	4,66	4,42	3,46
Середнє		4,18	4,82	4,53	3,59

Вплив норми висіву на зміну показників ЧПФ під час фази виходу в трубку був значно вищий, ніж у попередню фазу. Найбільше цей показник зменшувався з підвищенням норми висіву насіння від 180 до 220 тис. шт./га, що пов'язано із загостренням конкуренції між рослинами. Сильніше ця тенденція проявлялася на посівах гібриду Флагг, який відрізняється можливістю формування більшої листостебельної маси, а отже, і більшою конкуренцією між рослинами. Так, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га показник ЧПФ у цього гібриду зменшувався на 0,8 %, а від 180 до 220 тис. шт./га – майже на 3,5 %.

З розширенням міжрядь ЧПФ обох гібридів сорго зменшувалася. Вплив цього чинника вищим був на посівах гібриду Сват. Зокрема, з розширенням міжрядь від 35 до 70 см, ЧПФ під час фази виходу в трубку в середньому за три роки в гібридів сорго Сват і Флагг зменшувалася на 4,0 і 2,7 % відповідно. Варто відмітити відсутність різниці за показником ЧПФ в цю фазу між варіантами з міжряддями 35 і 45 см. Помітне зниження показника відмічалось лише з розширенням міжрядь до 70 см. У 2020 р. різниці між показниками ЧПФ під час фази виходу в трубку на варіантах з міжряддями 35 і 45 см не було (дод. А.27).

Вплив норми висіву на мінливість показників ЧПФ під час фази виходу рослин у трубку вищим був на варіантах з міжряддями 70 см, що свідчить про взаємодію цих чинників. Зокрема, у середньому за три роки досліджень, розбіжність між показниками ЧПФ за впливу норми висіву на посівах гібридів сорго Сват і Флагг на варіантах із міжряддями 35 см становила 1,9 і 4,0 %, тоді як на варіантах із міжряддями 70 см – 6,4 і 6,8 % відповідно.

У середньому за вегетацію найвищі показники ЧПФ на посівах обох гібридів відмічені у варіантах поєднання норми висіву насіння 100 і 140 тис. шт./га з міжряддями 35 і 45 см. Так, на посівах гібридів Сват і Флагг, ЧПФ на цих варіантах у середньому за роками становила 3,42–3,46 і 3,69–3,76 г/м²·добу відповідно. Найменшим цей показник був на варіантах поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 70 см – 2,99 г/м²·добу – у ранньостиглого гібриду Сват і 3,20 г/м²·добу – в середньораннього гібриду Флагг.

Різниця між середніми за вегетацію показниками ЧПФ на варіантах з міжряддями 35 і 45 см була не значною. Зокрема, у середньому за нормами висіву, на посівах гібридів Сват і Флагг вона становила 0,05 і 0,06 г/м²·добу, або лише 1,5 і 1,6 % відповідно. Розширення міжрядь до 70 см призводило до значного зниження показників ЧПФ. Так, різниця між варіантами 45 і 70 см у гібридів сорго Сват і Флагг становила 0,19 і 0,25 г/м²·добу, або 6,0 і 7,4 %.

Подібна закономірність відмічена в усі роки, що ще раз доводить перевагу сівби сорго зернового з міжряддями 35 і 45 см. Істотної різниці за показниками ЧПФ у середньому за вегетацію між цими варіантами не було, у той же час розширення міжрядь від 45 до 70 см призводило до зменшення цього показника.

Порівняльний аналіз показав значний вплив погодних умов на ЧПФ сорго. Цей чинник мав найбільший вплив у мінливість ЧПФ як в окремі фази, так і в цілому за вегетацію культури. Найвищою ЧПФ була в 2021 р. Так, порівняно з 2019 і 2020 рр., середній показник ЧПФ за вегетацію у середньому був вищим на 6,4 і 13,3 % відповідно. Поряд з цим, в усі роки закономірність впливу досліджуваних чинників зберігалася. Як раніше відмічалось, в усі фази найвищою ЧПФ була на варіантах поєднання норм висіву 100 і 140 тис. нас./га з міжряддями 35 і 45 см. Різде зниження показників ЧПФ відмічалось з розширенням міжрядь до 70 см, особливо у поєднанні з нормами висіву насіння 180 і 220 тис. шт./га.

Висновки до розділу 3

1. Встановлено певні тенденції впливу досліджуваних чинників, а саме: норм висіву, міжрядь, варіантів застосування стимулятора росту Вегестиму та погодних умов року на тривалість окремих фаз і міжфазних періодів. Загальною закономірністю було скорочення тривалості міжфазного періоду сходи-кущіння, цвітіння-м'яке зерно, фази виходу в трубку та подовження фази викидання волоті за умови загушення посівів. Істотної зміни тривалості цих періодів не встановлено у межах сполучення норм висіву 100 і 140 тис. нас./га з міжряддями 35 і 45 см. Вплив стимулятора росту Вегестиму був меншим. Загальною закономірністю при цьому було скорочення тривалості міжфазного періоду сходи-викидання волоті

гібридів сорго зернового за умови проведення позакоренових підживлень Вегестимом на початку фаз виходу в трубку та викидання волоті у менш сприятливих погодних умовах і, навпаки, – збільшення його тривалості у більш сприятливих умовах вегетації які склалися в 2021 р.

2. Доведено вплив норми висіву та ширини міжрядь на збереженість рослин. У середньому за роками, на посівах гібридів Флагг і Сват найвищою вона була у варіантах поєднання норми висіву 100 тис. нас./га з міжряддями 35 см – 65,7 і 65,8 %, а найменшою – 63,5 і 62,7 % відповідно, – у варіантах сполучення норми висіву 220 тис. нас./га з міжряддями 70 см. Різниця між збереженістю рослин на варіантах з міжряддями 35 і 45 см фактично не було і лише з їх розширенням до 70 см відмічено її зниження.

3. Повітряно-суха маса однієї рослини обох гібридів сорго не зазнавала значних змін у межах поєднання варіантів міжрядь 35 см з нормами висіву насіння від 100 до 180 тис. шт./га, а також міжрядь 45 см з нормами висіву 100 і 140 тис. шт./га. Проведення сівби з міжряддями 70 см, як і підвищення норми висіву до 220 тис. шт./га призводило до значного її зниження.

4. Вплив норми висіву на мінливість ІЛП сорго від фази кущіння до фази досягання зменшувався. Так, з її підвищенням від 100 до 220 тис. шт./га, ІЛП посівів сорго під час фаз кущіння, виходу в трубку в середньому зростав на 90,8 і 73,8 % відповідно, тоді як у фазі досягання лише на 52,2 %. Вплив міжрядь на мінливість ІЛП в усі фази був фактично на одному рівні. Різниця між ІЛП за впливу цього чинника зростала з підвищенням норми висіву. Так, у фазі досягання, на посівах гібриду сорго Сват, з розширенням міжрядь до 70 см, ІЛП за норми висіву насіння 100 тис. шт./га зменшувався лише на 4 %, тоді як за висіву 220 тис. нас./га майже на 18 %.

5. Вплив норми висіву на площу листків однієї рослини від фази кущіння до фази досягання зерна зростав. Так, під час кущіння, з її підвищенням від 100 до 220 тис. шт./га, площа листя однієї рослини в середньому зменшувалася на 20 %, під час виходу в трубку на 28,8 % і під час досягання зерна майже на 39 %. За рахунок зменшення кількості рослин у рядку, негативний вплив загущення посівів

частково нівелювався. Наприклад, у фазі досягання, на варіантах з міжряддями 70 см, площа листя однієї рослини з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га у середньому зменшувалася на 46,8 %, тоді як на варіантах з міжряддями 35 см – на 30,6 %. Площа листя однієї рослини сорго зернового обох гібридів в усі досліджувані фази на варіантах з міжряддями 70 см була істотно меншою, ніж на варіантах з міжряддями 35 і 45 см за всіх норм висіву.

6. Сівба з міжряддями 35 см сприяла формуванню вищих показників ФПП сорго. Сумарний ФПП у середньому за нормами висіву на варіантах з міжряддями 35 см, 45 і 70 см становив 3252,0, 3107,2 і 2945,4 тис. м² діб/га відповідно – у гібриду Сват і 3529,4, 3353,4 і 3086,8 тис. м² діб/га – у гібриду Флагг. Вплив норми висіву значно вищий був на варіантах з міжряддями 35 і 45 см. Крім того, з часом від ставав більш очевидним. Так, за міжфазний період формування-досягання зерна з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га ФПП гібридів сорго Сват і Флагг на варіантах з міжряддями 35 см збільшувався на 57 і 51%, з міжряддями 45 см – на 49,8 і 43,4 %, а на варіантах з міжряддями 70 см – на 43 і 36 % відповідно. З підвищенням норми висіву від 180 до 220 тис. нас./га ФПП сорго гібридів Сват і Флагг за міжфазний період формування-досягання зерна на варіантах з міжряддями 70 см зростав менше ніж на 5,0 %.

7. У середньому за вегетацію ЧПФ найвищою була на варіантах сполучення норми висіву насіння 100 і 140 тис. шт./га з міжряддями 35 і 45 см. Так, на посівах гібридів сорго Сват і Флагг, на цих варіантах у середньому за три роки вона становила 3,42–3,46 г/м²·добу і 3,69–3,76 г/м²·добу відповідно. Найменшим цей показник був на варіантах поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 70 см – 2,99 г/м²·добу в гібриду сорго Сват і 3,20 г/м²·добу – в гібриду Флагг. Різниця між середніми за вегетацію показниками ЧПФ на варіантах з міжряддями 35 і 45 см була не значною. Розширення міжрядь до 70 см призводило до значного зниження показників ЧПФ.

Результати досліджень вміщено у відповідних публікаціях [118, 119, 120, 164].

РОЗДІЛ 4

ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН І ПОСІВІВ СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗА ВПЛИВУ ДОСЛІДЖУВАНИХ ЧИННИКІВ

4.1. Структура врожаю сорго зернового різних груп стиглості у дослідах із вивчення різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву та різних варіантів застосування стимулятора росту

Досліджувані чинники по різному впливали на мінливість елементів продуктивності волотей різних систем стебел рослин. Так, кількість волотей головних стебел, а також озерненість волотей головних і бічних стебел більших змін зазнавали за впливу норми висіву, маса 1000 зерен з волотей головної і бічної системи стебел більших змін зазнавала за впливу морфотипу гібридів, а вплив міжрядь більшою мірою відмічався на мінливості кількості волотей бічних стебел.

Вплив норми висіву більшою мірою відмічали на зміні кількості волотей головних стебел. Так, у середньому за роками, міжряддями і гібридами, з підвищенням норми висіву від 100 до 220 тис. шт./га вона зростала більш ніж у двічі – з 49,1 до 107,3 тис. шт./га (табл. 4.1). Така закономірність відмічалася в усі роки. Так, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га кількість волотей головних стебел сорго у 2019 р. у середньому збільшувалася на 59,6 тис. шт./га, у 2020 р. – на 51,3 тис. шт./га і в 2021 р. – на 63,6 тис. шт./га (дод. Б.1).

Вплив норми висіву на мінливість кількості волотей головних стебел сорго за всіх міжрядь був фактично однаковим. Так, з підвищенням норми висіву від 100 до 220 тис. нас./га, кількість волотей головних стебел гібриду Сват на варіантах з міжряддями 35, 45 і 70 см у середньому за роками зростала на 116 %, 118 і 115 % відповідно. Схожа тенденція відмічена на посівах гібриду Флагг.

Кількість волотей бічних стебел зазнавала менших змін за впливу норми висіву, крім того, напрям цього зв'язку змінювався. Так, з її підвищенням від 100 до 180 тис. шт./га, кількість волотей бічних стебел зростала на 24,5 тис. шт./га (59 %), а при її підвищенні понад 180 тис. шт./га навпаки, – скорочувалася більш ніж на 8,0 тис. шт./га (14 %) (табл. 4.2).

Таблиця 4.1

Кількість волотей головних стебел рослин сорго зернового за різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву насіння, тис. шт./га (середнє за 2019-2021 рр.)

Гібрид (чинник <i>B</i>)	Норма висіву, тис. шт./га (чинник <i>C</i>)	Ширина міжрядь, см (чинник <i>A</i>)			Середнє
		35	45	70	
Флагг	100	49,5	48,5	49,3	49,1
	140	68,5	67,8	68,6	68,3
	180	88,8	88,5	88,1	88,5
	220	108,5	108,2	108,3	108,3
Сват	100	49,1	49,1	49,0	49,1
	140	67,1	68,1	67,7	67,6
	180	87,0	86,7	87,4	87,0
	220	106,0	107,1	105,3	106,1
Середнє за чинником <i>B</i>	Флагг	78,8	78,3	78,6	78,6
	Сват	77,3	77,8	77,4	77,5
Середнє за чинником <i>C</i>	100	49,3	48,8	49,2	49,1
	140	67,8	68,0	68,2	68,0
	180	87,9	87,6	87,8	87,8
	220	107,3	107,7	106,8	107,3
$НІР_{05} A - F_{\phi} < F_m$; $НІР_{05} B - F_{\phi} < F_m$; $НІР_{05} C - 1,9$; $НІР_{05} AB - F_{\phi} < F_m$; $НІР_{05} AC - F_{\phi} < F_m$; $НІР_{05} BC - F_{\phi} < F_m$; $НІР_{05} ABC - F_{\phi} < F_m$.					

Подібні закономірності відмічені на посівах обох гібридів з різними міжряддями. Такі зміни є логічними оскільки з підвищенням норми висіву продуктивна кущистість буде зменшуватися, тож до певного її підвищення кількість бічних стебел зростатиме за рахунок збільшення густоти рослин, однак при досяганні певної межі, подальше загущення не перекидає зниження продуктивної кущистості. Подібне відмічають інші дослідники [35, 147, 168].

Впливу міжрядь на мінливість кількості волотей головних стебел фактично не було однак кількість волотей бічних стебел зазнавала істотних змін. Так, на варіантах з міжряддями 35 і 70 см кількість волотей бічних стебел у середньому становила 58,5 і 51,5 тис. шт./га відповідно. Тож, лише за рахунок кількості волотей бічних стебел, за умови, що всі інші елементи структури врожаю будуть однакові, на варіантах з міжряддями 35 см, урожайність зерна бічної системи стебел сорго буде на 14 % вищою, ніж на варіантах із міжряддями 70 см.

Таблиця 4.2

Кількість волотей бічних стебел сорго зернового за різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву насіння, тис. шт./га (середнє за 2019-2021 рр.)

Гібрид (чинник <i>B</i>)	Норма висіву, тис. шт./га (чинник <i>C</i>)	Ширина міжрядь, см (чинник <i>A</i>)			Середнє
		35	45	70	
Флагг	100	46,8	43,8	41,2	43,9
	140	59,7	58,1	54,3	57,4
	180	72,5	70,2	66,8	69,8
	220	69,4	64,0	55,7	63,0
Сват	100	41,8	42,2	28,3	37,4
	140	55,5	54,0	50,3	53,3
	180	67,1	64,8	57,1	63,0
	220	58,6	53,2	48,1	53,3
Середнє за чинником <i>B</i>	Флагг	62,1	59,0	54,5	58,5
	Сват	55,8	53,6	46,0	51,8
Середнє за чинником <i>C</i>	100	44,3	43,3	34,8	40,8
	140	57,6	56,1	52,3	55,3
	180	69,8	67,5	62,0	66,4
	220	64,0	58,6	51,9	58,2
НІР₀₅ A – 2,2; НІР₀₅ B – 1,8; НІР₀₅ C – 2,6; НІР₀₅ AB – $F_{\phi} < F_m$; НІР₀₅ AC – $F_{\phi} < F_m$; НІР₀₅ BC – $F_{\phi} < F_m$; НІР₀₅ ABC – $F_{\phi} < F_m$.					

Усі досліджувані чинники істотно впливали на зміну діаметру головного стебла сорго. Найбільших змін цей показник зазнавав за впливу норми висіву. З її підвищенням від 100 до 220 тис. нас./га в середньому за роками, гібридами і міжряддями він зменшувався на 2,7 мм, або більше ніж на 21 % (табл. 4.3).

З кожним наступним підвищенням норми висіву насіння діаметр стебла рослин сорго зменшувався більш помітно. Так, з її підвищенням від 100 до 140 тис. шт./га він у середньому зменшувався на 0,5 мм, від 140 до 180 тис. шт./га – на 1,0 мм і від 180 до 220 тис. шт./га – на 1,2 мм. В усі роки спостерігалася аналогічна закономірність (дод. Б.2).

За поступового підвищення норми висіву вплив міжрядь на мінливість діаметра стебла зростав. Це наглядно демонструють рисунки 4.1 і 4.2. Зокрема, варіантах з нормою висіву насіння 100 тис. шт./га, з розширенням міжрядь від 35

до 70 см діаметр центрального стебла гібридів Сват і Флагг зменшувався лише 0,5 і 0,4 мм відповідно, тоді як на варіантах з висівом 220 тис. нас./га – на 1,8 і 1,9 мм. Вплив норми висіву значно вищим був на варіантах з найширшими міжряддями.

Таблиця 4.3

Діаметр головного стебла рослин сорго зернового за різних варіантів поєднання міжрядь з нормою висіву, мм (середнє за 2019-2021 рр.)

Гібрид (чинник <i>B</i>)	Норма висіву, тис. шт./га (чинник <i>C</i>)	Ширина міжрядь, см (чинник <i>A</i>)			Середнє
		35	45	70	
Флагг	100	16,2	16,1	15,8	16,0
	140	16,0	15,5	14,7	15,4
	180	15,3	14,5	13,8	14,5
	220	14,2	13,2	12,3	13,2
Сват	100	15,0	15,0	14,5	14,8
	140	14,9	14,6	13,4	14,3
	180	13,9	13,5	12,3	13,2
	220	13,0	12,4	11,2	12,2
Середнє за чинником <i>B</i>	Флагг	15,4	14,8	14,2	14,8
	Сват	14,2	13,9	12,9	13,6
Середнє за чинником <i>C</i>	100	15,6	15,6	15,2	15,4
	140	15,5	15,1	14,1	14,9
	180	14,6	14,0	13,1	13,9
	220	13,6	12,8	11,8	12,7
НІР₀₅ A – 0,2; НІР₀₅ B – 0,2; НІР₀₅ C – 0,3; НІР₀₅ AB – $F_{\phi} < F_m$; НІР₀₅ AC – 0,4; НІР₀₅ BC – $F_{\phi} < F_m$; НІР₀₅ ABC – $F_{\phi} < F_m$.					

Довжина волоті головного стебла рослин сорго зернового із загушенням посівів і розширенням міжрядь істотно скорочувалася. Зокрема, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га цей показник скорочувався з 26 до 23 см, або на 13 % (табл. 4.4).

Тенденція зменшення довжини волоті головного стебла при загущенні посівів спостерігалася в усі роки. Водночас, сила впливу була різною. Вплив норми висіву на довжину волоті головного стебла найменшим був у більш сприятливому 2021 р. Так, з підвищенням норми висіву від 100 до 220 тис. нас./га довжина волоті в 2019 і 2020 рр. скорочувалася на 5 см (23 %) і 4 см (21 %) відповідно, тоді як у 2021 р. – лише на 2 см (8 %) (дод. Б.2).

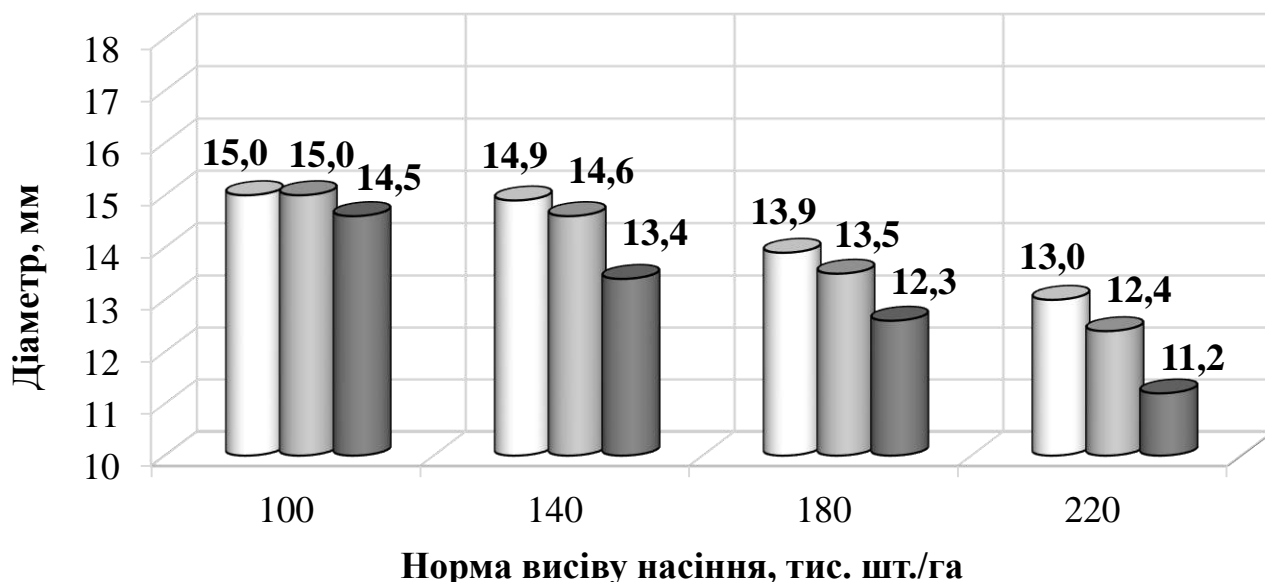


Рис. 4.1. Діаметр головного стебла гібриду Сват за різних варіантів поєднання міжрядь і норми висіву в середньому за 2019-2021 роки, мм.

Примітка: стовпчики білого кольору – діаметр стебла на варіантах з міжряддями 35 см, сірого – 45 см, темно-сірого – 70 см.

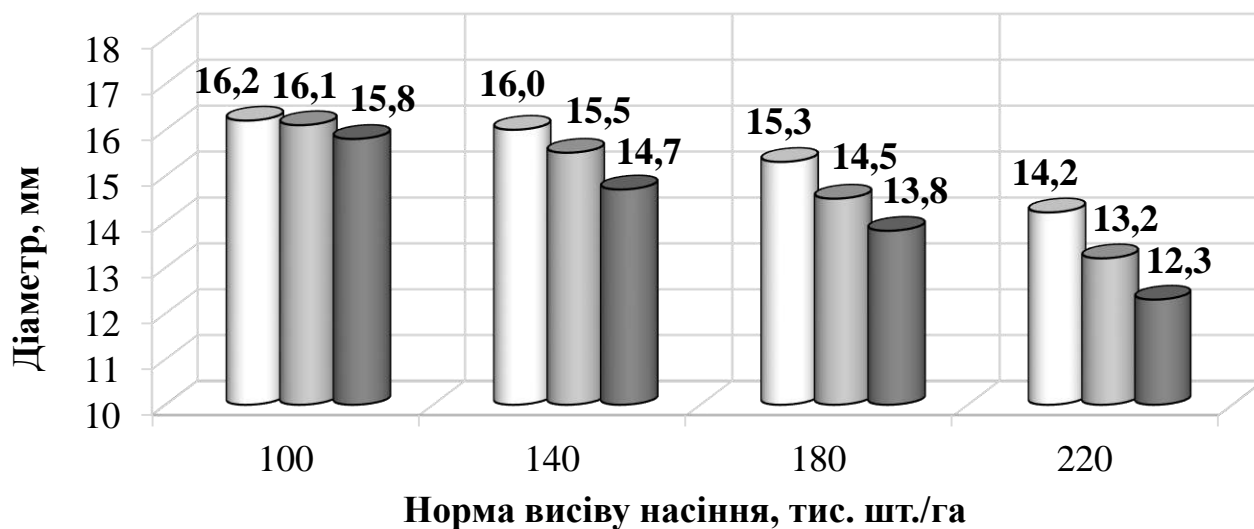


Рис. 4.2 Діаметр головного стебла гібриду Флагг за різних варіантів поєднання міжрядь і норми висіву в середньому за 2019-2021 роки, мм.

Примітка: стовпчики білого кольору – діаметр стебла на варіантах з міжряддями 35 см, сірого – 45 см, темно-сірого – 70 см.

Істотної взаємодії норми висіву насіння з шириною міжрядь на зміну довжини волоті головного стебла сорго не було, разом з тим спостерігалася тенденція збільшення впливу норми висіву з розширенням міжрядь. Так, з її підвищенням від 100 до 220 тис. шт./га довжина волоті головного стебла гібридів сорго Сват і Флагг на варіантах з міжряддями 35 см зменшувалася на 2 і 3 см відповідно, а з міжряддями 70 см – на 5 см.

Таблиця 4.4

Довжина волоті головного стебла сорго за різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву, мм (середнє за 2019-2021 рр.)

Гібрид (чинник <i>B</i>)	Норма висіву, тис. шт./га (чинник <i>C</i>)	Ширина міжрядь, см (чинник <i>A</i>)			Середнє
		35	45	70	
Флагг	100	28	28	26	27
	140	27	27	25	26
	180	27	25	23	25
	220	25	25	21	24
Сват	100	25	26	24	25
	140	25	25	23	24
	180	24	23	21	23
	220	23	21	19	21
Середнє за чинником <i>B</i>	Флагг	27	26	24	26
	Сват	24	24	22	23
Середнє за чинником <i>C</i>	100	27	27	25	26
	140	27	26	24	25
	180	26	24	22	24
	220	24	23	20	23
Середнє		26	25	23	25
$НІР_{05} A - 0,8; НІР_{05} B - 0,7; НІР_{05} C - 0,9;$ $НІР_{05} AB - F_{\phi} < F_m; НІР_{05} AC - F_{\phi} < F_m; НІР_{05} BC - F_{\phi} < F_m; НІР_{05} ABC - F_{\phi} < F_m.$					

Вплив досліджуваних варіантів міжрядь на мінливість довжини волоті був фактично на одному рівні з нормою висіву. Зокрема, за впливу міжрядь, як і за впливу норми висіву, довжина волоті центрального стебла у середньому за роками варіювала в діапазоні від 23 до 26 см. Найбільше цей показник зменшувався з розширенням міжрядь від 45 до 70 см – на 2 см. Різниця між варіантами з міжряддями 35 і 45 см була значно меншою – лише 1 см, разом з тим істотною ($НІР_{05}$ головного ефекту $A - 0,8$ см).

Озерненість волотей стебел головної і бічної системи була значно вищою в гібриду Сват, що зумовлено його морфотипом. У середньому за нормами висіву та міжряддями, кількість зерен у волоті головної і бічної системи стебел сорго гібриду Сват становила 1938 і 1543 шт. відповідно, тоді як в гібрида Флагг – 1537 і 1340 шт. (табл. 4.5, 4.6). Подібна різниця відмічалася в усі роки (дод. Б.3).

Таблиця 4.5

Продуктивність волоті головного стебла гібридів сорго залежно від ширини міжрядь та норми висіву (середнє за 2019–2021 рр.)

Ширина міжрядь, см (чинник <i>A</i>)	Гібрид (чинник <i>B</i>)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник <i>C</i>)	Зерен у волоті, шт.	Маса 1000 зерен, г	Маса зерна з волоті, г
35	Сват	100	2017	20,6	41,5
		140	2004	20,5	41,0
		180	1970	20,5	40,3
		220	1899	20,3	38,6
	Флагг	100	1648	29,5	48,6
		140	1635	29,6	48,4
		180	1577	29,5	46,5
		220	1484	29,2	43,3
45	Сват	100	1998	20,5	40,8
		140	1991	20,5	40,8
		180	1946	20,4	39,6
		220	1854	20,3	37,5
	Флагг	100	1640	29,6	48,6
		140	1619	29,6	47,9
		180	1560	29,4	45,8
		220	1452	29,3	42,5
70	Сват	100	1975	20,5	40,5
		140	1946	20,3	39,5
		180	1896	20,2	38,3
		220	1762	20,1	35,3
	Флагг	100	1612	29,4	47,3
		140	1576	29,3	46,1
		180	1402	29,1	40,7
		220	1237	28,9	35,7
Середнє за чинником <i>A</i>		35	1779	25,0	43,5
		45	1758	25,0	42,9
		70	1676	24,7	40,4
Середнє за чинником <i>B</i>	Сват		1938	20,4	39,5
	Флагг		1537	29,4	45,1
Середнє за чинником <i>C</i>		100	1815	25,0	44,6
		140	1795	25,0	44,0
		180	1725	24,9	41,9
		220	1615	24,7	38,8
НІР ₀₅ головного ефекту <i>A</i>			19	0,1	0,9
НІР ₀₅ головного ефекту <i>B</i>			16	0,1	0,7
НІР ₀₅ головного ефекту <i>C</i>			22	0,1	1,0
НІР ₀₅ взаємодії <i>AB</i>			27	$F_{\phi} < F_m$	1,2
НІР ₀₅ взаємодії <i>AC</i>			39	$F_{\phi} < F_m$	1,8
НІР ₀₅ взаємодії <i>BC</i>			32	$F_{\phi} < F_m$	1,4

Таблиця 4.6

Продуктивність волоті бічної системи стебел гібридів сорго залежно від ширини міжрядь та норми висіву (середнє за 2019–2021 рр.)

Ширина міжрядь, см (чинник <i>A</i>)	Гібрид (чинник <i>B</i>)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник <i>C</i>)	Озерненість волоті, шт.	Маса 1000 зерен, г	Маса зерна з волоті, г
35	Сват	100	1618	20,4	32,9
		140	1609	20,3	32,7
		180	1583	20,2	32,0
		220	1524	20,1	30,6
	Флагг	100	1429	29,3	41,9
		140	1420	29,2	41,4
		180	1391	29,2	40,6
		220	1316	29,0	38,1
45	Сват	100	1610	20,4	32,8
		140	1582	20,3	32,1
		180	1546	20,1	31,1
		220	1479	20,1	29,7
	Флагг	100	1422	29,3	41,6
		140	1405	29,2	41,0
		180	1362	29,0	39,5
		220	1290	29,0	37,3
70	Сват	100	1590	20,2	32,1
		140	1543	20,1	30,9
		180	1456	20,1	29,2
		220	1374	19,9	27,3
	Флагг	100	1398	29,2	40,7
		140	1371	29,2	39,9
		180	1195	29,0	34,6
		220	1082	28,7	31,0
Середнє за чинником <i>A</i>		35	1486	24,7	36,3
		45	1462	24,7	35,6
		70	1376	24,6	33,2
Середнє за чинником <i>B</i>	Сват		1543	20,2	31,1
	Флагг		1340	29,1	39,0
Середнє за чинником <i>C</i>		100	1511	24,8	37,0
		140	1488	24,7	36,3
		180	1422	24,6	34,5
		220	1344	24,5	32,3
НІР ₀₅ головного ефекту <i>A</i>			18,6	0,2	0,9
НІР ₀₅ головного ефекту <i>B</i>			15,2	0,1	0,8
НІР ₀₅ головного ефекту <i>C</i>			21,5	0,2	1,1
НІР ₀₅ взаємодії <i>AB</i>			$F_{\phi} < F_m$	$F_{\phi} < F_m$	$F_{\phi} < F_m$
НІР ₀₅ взаємодії <i>AC</i>			37,3	$F_{\phi} < F_m$	1,9
НІР ₀₅ взаємодії <i>BC</i>			$F_{\phi} < F_m$	$F_{\phi} < F_m$	$F_{\phi} < F_m$

Разом з тим, середня продуктивність волотей обох систем стебел вищою була саме в гібриду Флагг, оскільки він формує зерно з вищою масою 1000. Так, маса зерна з волоті головної і бічної системи стебел гібриду Сват у середньому становила 39,5 і 31,1 г відповідно, тоді як у гібриду Флагг – 45,1 і 39,0 г.

Вплив погодних умов року на масу зерна з волотей обох систем стебел був значно вищим на посівах гібриду сорго Сват. Так, у середньому за нормами висіву та шириною міжрядь, діапазон мінливості маси зерна з головної волоті рослин сорго гібридів Сват і Флагг залежно від погодних умов року становив 1,5 г (4 %) 5,5 г (13 %) відповідно. Ще більшою розбіжність була між показниками маси зерна з бічної волоті. Так, у гібриду Флагг за впливу погодних умов цей показник варіював у діапазоні від 35,3 до 41,9 г (розбіжність – 19 %), тоді як у гібрида Сват – від 30,4 до 31,7 г (розбіжність 4 %) (дод. Б.5).

У цілому по досліді найбільша маса зерна з волоті головного стебла сорго формувалася на варіантах з найбільшою відстанню між рослинами, тобто за норми висіву насіння 100 тис. шт./га і міжряддях 35 см. У гібридів сорго Сват і Флагг вона у середньому становила 41,5 і 48,6 г відповідно.

Вплив норми висіву на мінливість маси зерна з волоті головного стебла обох гібридів сорго значно вищим був на варіантах з міжряддями 70 см. Зокрема, його маса у гібридів сорго Сват і Флагг з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га на варіантах з міжряддями 70 см зменшувалася на 14,7 і 34 % відповідно, тоді як на варіантах з міжряддями 35 см – лише на 8 і 12 %.

Ще більшою взаємодія норми висіву з міжряддями відзначена на мінливості показників маси зерна з бічної волоті. Зокрема, з підвищенням норми висіву від найменшої до найвищої, середня маса зерна з волоті бічного стебла сорго гібридів Сват і Флагг на варіантах з міжряддями 70 см зменшувалася на 18 і 31 % відповідно, а на варіантах із вдвічі вужчими міжряддями – лише на 8 і 10 %.

У гібриду сорго Флагг маса зерна з обох систем волотей за зміни площі живлення і її форми варіювала в значно ширшому діапазоні, тож до вибору площі живлення рослин і її форми для цього гібриду варто підходити більш ретельно. У комфортніших умовах розміщення, цей гібрид формує значно вищу масу зерна з

волотей обох систем стебел, що є важливою передумовою для формування вищої його врожайності. У міру загушення рослин різниця за цим показником між досліджуваними гібридами частково нівелюється.

Мінливість маси зерна з волотей головної і бічної системи стебел гібридів сорго зернового за впливу норми висіву була насамперед пов'язана саме зі зміною озерненістю волоті, оскільки маса 1000 зерен змінювалася не істотно.

Аналіз показників елементів продуктивності волотей обох гібридів сорго показує, що їх зниження більшою мірою відбувалося з підвищенням норми висіву насіння від 180 до 220 тис. шт./га. У більшій мірі це відмічалось на варіантах з міжряддями 70 см. Крім того, як раніше наголошувалося, кількість волотей бічних стебел з підвищенням норми висіву насіння до 180 тис. шт./га зростала, а при подальшому загущенні – зменшувалася.

Кінцевим результатом є зернова продуктивність рослин з одиниці площі, тож кращим буде той варіант, який забезпечує отримання вищої врожайності. З огляду на це, не коректно віддавати перевагу певному варіанту ґрунтуючись лише на показниках індивідуальної продуктивності рослин. Тож, нами було проведено аналіз показників біологічної врожайності досліджуваних гібридів сорго.

Біологічна врожайність зерна системи головних стебел обох гібридів сорго за всіх міжрядь найбільшою була за норми висіву насіння – 220 тис. шт./га. Індивідуальна продуктивність стебел головної системи при цьому зменшувалася, однак за рахунок більшої кількості рослин на одиниці площі, біологічна врожайність зерна стебел головної системи була найвищою.

Вплив норми висіву найвищим був на варіантах з міжряддями 35 см. Зокрема, якщо біологічна врожайність зерна системи головних стебел сорго гібридів Сват і Флагг на варіантах з міжряддями 70 см з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га зростала на 1,73 і 1,56 т/га відповідно, то на варіантах з міжряддями 35 см – на 2,05 і 2,30 т/га (табл. 4.7).

Вплив норми висіву на біологічну врожайність зерна бічної системи стебел проявлявся дещо по іншому, а саме: з її підвищенням до 180 тис. шт./га біологічна врожайність зерна волотей бічної системи стебел обох гібридів сорго зростала, а

Таблиця 4.7

Біологічна врожайність зерна гібридів сорго різних систем стебел за впливу ширини міжрядь і норми висіву, т/га (середнє за 2019–2021 рр.)

Ширина міжрядь, см (чинник <i>A</i>)	Гібрид (чинник <i>B</i>)	Норма висіву, тис. шт./га (чинник <i>C</i>)	Біологічна врожайність зерна		
			головних стебел	бічних стебел	загальна
35	Сват	100	2,04	1,46	3,50
		140	2,75	1,91	4,66
		180	3,50	2,23	5,73
		220	4,09	1,87	5,96
	Флагг	100	2,41	1,92	4,33
		140	3,32	2,57	5,89
		180	4,14	3,08	7,22
		220	4,71	2,75	7,46
45	Сват	100	2,00	1,44	3,44
		140	2,78	1,81	4,59
		180	3,43	2,12	5,55
		220	4,02	1,70	5,72
	Флагг	100	2,36	1,92	4,28
		140	3,25	2,49	5,74
		180	4,07	2,92	6,99
		220	4,62	2,54	7,16
70	Сват (<i>κ</i>)	100	1,99	1,29	3,28
		140	2,68	1,62	4,30
		180	3,35	1,74	5,27
		220	3,72	1,40	5,12
	Флагг	100	2,34	1,79	4,13
		140	3,15	2,28	5,43
		180	3,60	2,44	6,04
		220	3,90	1,82	5,72
Середнє за чинником <i>A</i>		35	3,37	2,22	5,59
		45	3,32	2,12	5,44
		70	3,09	1,80	4,89
Середнє за чинником <i>B</i>		Сват	3,03	1,72	4,75
		Флагг	3,49	2,38	5,87
Середнє за чинником <i>C</i>		100	2,19	1,64	3,83
		140	2,99	2,11	5,10
		180	3,68	2,42	6,10
		220	4,18	2,01	6,19
НІР ₀₅ головного ефекту <i>A</i>			0,11	0,12	0,19
НІР ₀₅ головного ефекту <i>B</i>			0,09	0,10	0,16
НІР ₀₅ головного ефекту <i>C</i>			0,13	0,14	0,22
НІР ₀₅ взаємодії <i>AC</i>			0,22	$F_{\phi} < F_m$	0,39
НІР ₀₅ взаємодії <i>AB</i>			$F_{\phi} < F_m$	$F_{\phi} < F_m$	$F_{\phi} < F_m$
НІР ₀₅ взаємодії <i>BC</i>			$F_{\phi} < F_m$	$F_{\phi} < F_m$	$F_{\phi} < F_m$
НІР ₀₅ взаємодії <i>ABC</i>			$F_{\phi} < F_m$	$F_{\phi} < F_m$	$F_{\phi} < F_m$

за подальшого її підвищення – зменшувалася. Так, з підвищенням норми висіву насіння від 180 до 220 тис. шт./га біологічна врожайність зерна волотей бічних стебел гібридів Сват і Флагг на варіантах з міжряддями 35 см зменшувалася на 0,36 і 0,33 т/га (19 і 12 %), з міжряддями 45 см – на 0,42 і 0,38 т/га (25 і 15 %) і з міжряддями 70 см – на 0,38 і 0,62 т/га (24 і 32 %) відповідно.

Зниження біологічної врожайності зерна волотей бічної системи стебел обох гібридів сорго з підвищенням норми висіву насіння від 180 до 220 тис. шт./га зумовлене як зменшенням кількості бічних волотей, так і зниженням їх продуктивності. В усі роки найвища біологічна врожайність зерна бічних стебел сорго формувалася за норми висіву насіння 180 тис. шт./га (дод. Б.6).

Біологічна врожайність зерна обох систем стебел сорго найвищою була на варіантах з міжряддями 35 см. Порівняно з контрольним варіантом чинника *A* (ширина міжрядь 70 см) біологічна врожайність зерна головної і бічної системи стебел в середньому за роками підвищувалася на 0,28 і 0,42 т/га відповідно.

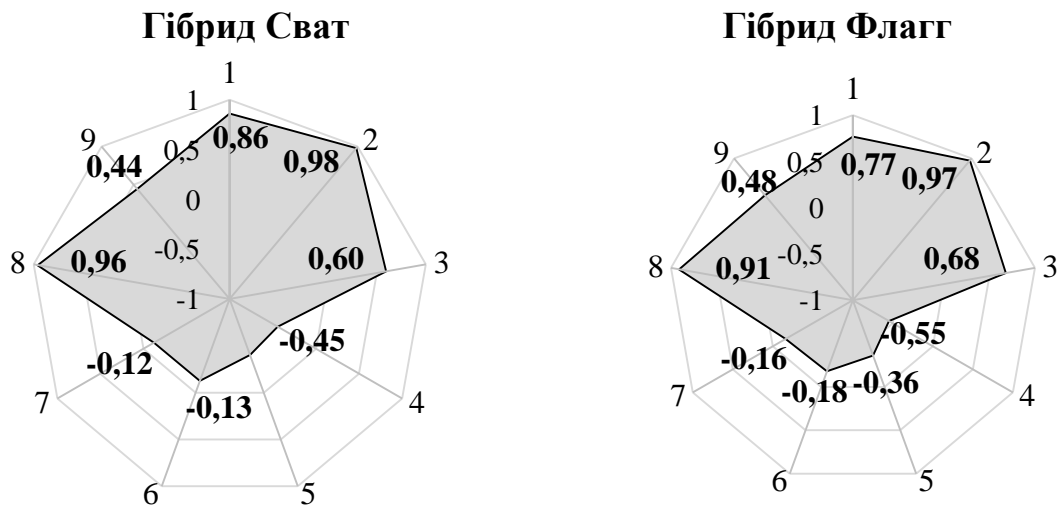
Загальна біологічна врожайність обох гібридів сорго найвищою була на варіантах з міжряддям 35 см у поєднанні з нормою висіву насіння 220 тис. шт./га – 5,96 т/га в гібриду Сват і 7,46 т/га в гібриду Флагг. Разом з тим, відповідно до проведеного статистичного аналізу, статистично вона не відрізнялася від показника отриманого на варіантах з нормою висіву насіння 180 тис. шт./га.

Серед досліджуваних взаємодій чинників істотною була лише взаємодія норми висіву і міжрядь. І це логічно, адже на варіантах з міжряддям 35, 45 і 70 см вплив норми висіву на біологічну врожайність зерна сорго проявлявся по різному. Так, при міжряддях 70 см найвища загальна біологічна врожайність зерна обох гібридів формувалася на варіантах з нормою висіву 180 тис. нас./га, тоді як на варіантах з міжряддями 35 см, – за висіву 220 тис. шт./га.

Варто відмітити відсутність істотної різниці між показниками біологічної врожайності зерна сорго обох гібридів на варіантах з міжряддями 35 і 45 см. Незважаючи на це, перевагу мають міжряддя 35 см, оскільки в розрізі гібридів і норм висіву спостерігається тенденція підвищення біологічної врожайності зі звуженням міжрядь до 35 см. Це підтверджують інші дослідники [66, 75, 169].

Представляє інтерес визначення тісноти і напрямку зав'язків біологічної врожайності зерна й елементів продуктивності волотей різних систем стебел сорго з нормою висіву за різних міжрядь. Для прикладу обрали міжряддя 70 і 35 см, тобто контроль і кращий варіант. Найбільш тісний прямий зв'язок норми висіву прогнозовано мали з кількістю волотей головних стебел. На посівах гібридів сорго Сват і Флагг на варіантах з шириною міжрядь 35 см він становив – $r = 0,98$ і $r = 0,97$, з міжряддями 70 см – $r = 0,97$ і $r = 0,96$ відповідно (рис. 4.3).

Ширина міжрядь 35 см



Ширина міжрядь 70 см

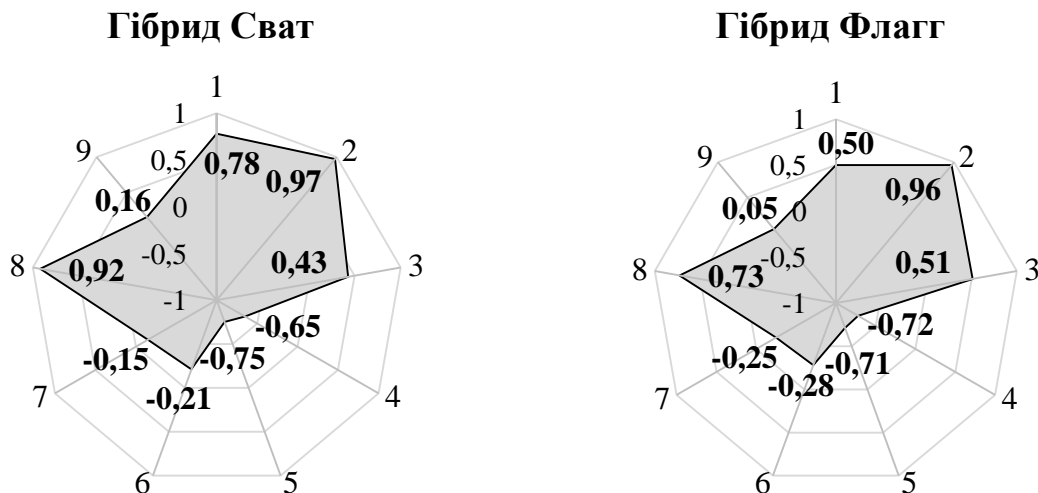


Рис. 4.3. Сила і напрям зав'язків норми висіву з елементами продуктивності рослин і біологічною врожайністю зерна сорго.

Умовні позначення: 1 – біологічна врожайність зерна; 2 – кількість волотей головних стебел з 1 га; 3 – кількість волотей бічних стебел з 1 га; 4 – озерненість волоті головного стебла; 5 – озерненість волоті бічного стебла; 6 – маса 1000 зерен з волоті головного стебла; 7 – маса 1000 зерен з волоті бічного стебла; 8 – біологічна врожайність зерна системи головних стебел; 9 – біологічна врожайність зерна системи бічних волотей.

Спільним для обох гібридів і варіантів міжрядь також був тісний прямий зв'язок норми висіву з біологічною врожайністю зерна волотей головних стебел ($r = 0,73-0,96$), середній прямий зв'язок з кількістю волотей бічних стебел ($r = 0,43-0,68$) та слабкий зворотній зв'язок з масою 1000 зерен волоті головного ($r = -0,13-0,28$) і бічного стебла ($r = -0,12-0,25$).

Сила зв'язку норми висіву з іншими елементами продуктивності залежала від ширини міжрядь. Так, на варіантах з міжряддями 35 см вона мала слабкий прямий зв'язок з біологічною врожайністю бічних стебел обох гібридів ($r = -0,44-0,48$), а на варіантах з міжряддями 70 см цей зв'язок був слабкий ($r = -0,05-0,16$). На варіантах з міжряддями 35 см між нормою висіву і озерненістю волотей бічних стебел обох гібридів відмічений середній зворотній зв'язок ($r = -0,36-0,47$), а на варіантах з міжряддями 70 см – сильний зворотній ($r = -0,71-0,75$).

У другому досліді всі варіанти застосування Вегестиму забезпечували істотно вищі показники збереженості рослин, тож їх кількість, а відповідно і кількість волотей головних стебел, була істотно вищими (табл. 4.8). Відмічена закономірність мала місце кожного року (дод. Б.7).

Таблиця 4.8

Кількість волотей головних стебел сорго зернового різних груп стиглості за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестиму, тис. шт./га (середнє за 2019-2021 рр.)

Варіант застосування Вегестиму (D)	Гібрид (чинник B)				Середнє
	Іггор	Юкі	Сват	Флагг	
1	83,5	83,0	85,4	85,9	84,5
2	84,2	84,0	85,2	86,8	85,1
3	87,6	86,5	90,0	90,3	88,6
4	90,2	88,7	93,1	93,6	91,4
5	88,9	87,1	91,6	92,1	89,9
6	90,8	89,5	95,7	94,9	92,7
Середнє	87,5	86,5	90,2	90,6	88,7
НР ₀₅ головного ефекту B – 1,8; НР ₀₅ головного ефекту D – 0,7; НР ₀₅ часткових порівнянь B – 4,3; НР ₀₅ часткових порівнянь D – 1,3.					

Примітка: * – варіанти чинника D: 1 – контроль (сухе насіння); 2 – насіння оброблене водою; 3 – обробка насіння Вегестимом; 4 – обробка насіння + підживлення Вегестимом на початку виходу в трубку; 5 – обробка насіння + підживлення на початку викидання волоті; 6 – обробка насіння + два підживлення Вегестимом на початку фази виходу в трубку та викидання волоті.

У середньому за три роки найбільша кількість волотей головних стебел сорго була на варіантах передпосівної обробки насіння та двох підживлень Вегестимом у фази виходу в трубку та викидання волоті. Зокрема, в гібридів Іггор, Юкі, Сват і Флагг вона становила 90,8, 89,5, 95,7 і 94,9 тис. шт./га. Водночас ці показники статистично не відрізнялися від показників на варіантах з проведенням одного підживлення на початку фази виходу в трубку. Тільки на посівах гібриду Сват різниця за кількістю була істотною – 2,6 тис. шт./га.

Серед варіантів одноразових позакореневих підживлень вищу ефективність в плані збереження більшої кількості рослин, кращим був варіант обробки посівів під час фази виходу в трубку. У цілому це закономірно оскільки випадіння рослин здебільшого відбувається у першій половині вегетації і чим ближче до збирання, тим інтенсивність випадіння рослин зменшується.

Істотно більша кількість волотей головних стебел сорго зернового на варіантах передпосівної обробки насіння Вегестимом зумовлена вищою польовою схожістю насіння. Кількість волотей сорго зернового гібридів Іггор, Юкі, Сват і Флагг на цьому варіанті в середньому була на 3,1 тис. шт./га, 3,5, 4,6 і 4,4 тис. шт./га відповідно вищою порівняно з першим контролем за НІР₀₅ – 1,3 тис. шт./га.

Значний вплив на кількість рослин перед збиранням чинили погодні умови. У середньому по гібридах і варіантах застосування Вегестиму кількість рослин і, відповідно волотей головних стебел сорго, найбільшою була в умовах 2021 р. – 96,9 тис. шт./га (дод. Б.7). Порівняно з 2020 р. цей показник був на 14,1 % вищий, що було однією зі складових формування значно врожайності зерна.

Вплив Вегестиму на кількість волотей головних стебел гібридів сорго вищим був у 2020 р. Так, у 2020 р. цей показник максимально підвищувався на 12 %, тоді як у 2019 і 2021 рр. – на 11 і 7 % відповідно. Це логічно, адже у менш сприятливих погодних умовах значно зростає роль позакореневих підживлень, які частково нівелюють вплив стресових чинників, тож розбіжність між елементами структури врожаю, як і між урожайністю зерна, є прогнозовано більшою.

Кількість волотей бічних стебел рослин сорго також зазнавала істотних змін за пливу стимулятора росту Вегестиму. Найбільшою вона була також у шостому

варіанті. Так, у середньому за роками на посівах сорго гібридів Іггор, Юкі, Сват і Флагг у цьому варіанті вона становила 63,3, 54,7, 61,1 і 68,9 тис. шт./га (табл. 4.9).

Таблиця 4.9

Кількість волотей бічних стебел сорго за різних варіантів застосування Вегестиму, тис. шт./га (середнє за 2019–2021 рр.)

Варіант застосування Вегестиму (D)	Гібрид (чинник B)				Середнє
	Іггор	Юкі	Сват	Флагг	
1	56,9	49,1	54,2	60,6	55,2
2	56,5	49,3	54,4	60,5	55,2
3	59,6	51,5	57,5	64,1	58,2
4	61,7	53,7	61,0	68,1	61,1
5	60,2	51,5	59,0	64,8	58,9
6	63,3	54,7	61,1	68,9	62,0
Середнє	59,7	51,6	57,9	64,5	58,4
<p align="center">НІР₀₅ головного ефекту B – 3,1; НІР₀₅ головного ефекту D – 1,2; НІР₀₅ часткових порівнянь B – 7,5; НІР₀₅ часткових порівнянь D – 2,3.</p>					

Примітка: * – варіанти чинника D: 1 – контроль (сухе насіння); 2 – насіння оброблене водою; 3 – обробка насіння Вегестимом; 4 – обробка насіння + підживлення Вегестимом на початку виходу в трубку; 5 – обробка насіння + підживлення на початку викидання волоті; 6 – обробка насіння + два підживлення Вегестимом на початку фази виходу в трубку та викидання волоті.

За аналогією з попередньо проаналізованим показником, істотної різниці між четвертим і шостим варіантами застосування Вегестиму не було. Лише на посівах сорго гібриду Іггор встановлено істотну різницю між цими варіантами – 1,6 тис. шт./га, за НІР₀₅ часткових порівнянь чинника – 1,2.

На застосування Вегестиму більше реагував гібрид Флагг. Крім того, саме він формував найбільшу кількість волотей бічних стебел, що є одним з факторів отримання вищої врожайності цього гібриду. Так, кількість волотей бічних стебел у середньому за варіантами застосування Вегестиму в цього гібриду становила 64,5 тис. шт./га, тоді як у гібридів Іггор, Юкі та Сват – 59,7, 51,6 і 57,9 тис. шт./га.

Обробка насіння Вегестимом забезпечувала істотне збільшення кількості волотей бічних стебел всіх гібридів сорго. У середньому за три роки в гібридів Іггор, Юкі, Сват і Флагг вона зростала на 4,7, 4,9, 6,1 і 5,8 % відповідно. Накладання на цей варіант позакореневого підживлення на початку викидання волоті було не ефективним оскільки кількість волотей бічних стебел у середньому зростала лише на 0,7 тис. шт./га, що менше від найменшої істотної різниці.

Кількість зерен у волоті досліджуваних гібридів за впливу стимулятора росту Вегестиму зазнавала менших змін порівняно з кількістю волотей обох систем стебел. У середньому за роками та гібридами кількість зерен у волоті головного стебла за впливу цього чинника найбільше зростала на 52 шт., при цьому вплив був достовірний (НІР₀₅ чинника D – 8 шт.) (табл. 4.10).

Найбільша кількість зерен у волоті головного стебла всіх гібридів сорго була у варіанті передпосівної обробки насіння і двох позакореневих підживлень посівів на початку трубкування та викидання волоті. У гібридів Іггор, Юкі, Сват і Флагг вона становила 1409 шт., 1506, 1984 і 1476 шт. відповідно. У той же час, згідно з проведеним статистичним аналізом, істотної різниці між показниками у цьому варіанті і варіанті проведення одного позакореневого підживлення на початку фази трубкування не було.

Значно більших змін кількість зерен у волоті головного стебла зазнавала за впливу гібридо-особливостей. Гібрид Сват характеризується здатністю формувати велику кількість зерен у волоті, тож цей показник у нього був найвищий 1952 шт., тоді як в гібридів Іггор, Юкі і Флагг – 1376, 1483 і 1451 шт. відповідно. У той же час, гібрид Сват формує зерно з найменшою масою 1000. Зокрема, маса 1000 зерен цього гібриду була на 48 %, 26 і 41 % меншою, ніж у гібридів Іггор, Юкі та Флагг відповідно.

Вплив досліджуваних варіантів застосування стимулятора росту Вегестиму по роках був фактично однаковий, при цьому кількість зерен у волоті головного стебла значно вищою була в погодних умовах 2021 р. – 1688 шт. У 2019 і 2020 рр. вона була значно меншою – 1521 і 1488 шт. відповідно (дод. Б.8).

Істотного впливу досліджуваних варіантів застосування стимулятора росту Вегестиму на масу 1000 зерен досліджуваних гібридів сорго не було. Різниця була в межах НІР₀₅. При цьому варто відмітити тенденцію щодо збільшення показників маси 1000 зерен за проведення передпосівної обробки насіння у поєднанні з усіма варіантами позакореневих підживлень. Ця тенденція відмічалася також і безпосередньо по роках досліджень (дод. Б.9).

Таблиця 4.10

Продуктивність волоті головного стебла гібридів сорго різних груп стиглості за впливу різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестиму (середнє за 2019–2021 рр.)

Гібрид (чинник <i>B</i>)	Варіант застосування Вегестиму (<i>D</i>)	Кількість зерен у волоті, шт.	Маса 1000 зерен, г	Маса зерна з волоті, г
Іггор	1*	1352	30,5	41,3
	2	1354	30,5	41,2
	3	1369	30,6	41,8
	4	1394	30,5	42,4
	5	1379	30,8	42,4
	6	1409	30,6	43,1
Юкі	1	1457	25,9	37,8
	2	1461	26,1	38,1
	3	1484	25,9	38,4
	4	1502	26,2	39,3
	5	1485	26,2	38,9
	6	1506	26,1	39,3
Сват	1	1930	20,6	39,7
	2	1935	20,4	39,3
	3	1943	20,5	39,8
	4	1973	20,8	40,9
	5	1954	20,7	40,5
	6	1984	20,9	41,4
Флагг	1	1426	29,1	41,5
	2	1435	28,9	41,5
	3	1449	29,0	42,0
	4	1470	29,3	43,0
	5	1450	29,2	42,3
	6	1476	29,4	43,4
Середнє за чинником <i>A</i>	Іггор	1376	30,6	42,0
	Юкі	1483	26,1	38,6
	Сват	1952	20,7	40,3
	Флагг	1451	29,2	42,3
Середнє за чинником <i>B</i>	1	1542	26,5	40,0
	2	1546	26,5	40,0
	3	1561	26,6	40,5
	4	1585	26,7	41,4
	5	1567	26,7	41,0
	6	1594	26,7	41,8
НІР ₀₅ головного ефекту <i>B</i>		43	0,3	1,2
НІР ₀₅ головного ефекту <i>D</i>		8	0,2	0,4
НІР ₀₅ часткових ефектів <i>B</i>		105	0,7	3,0
НІР ₀₅ часткових ефектів <i>D</i>		17	0,5	0,7

Примітка: * – варіанти чинника *D*: 1 – контроль (сухе насіння); 2 – насіння оброблене водою; 3 – обробка насіння Вегестимом; 4 – обробка насіння + підживлення Вегестимом на початку виходу в трубку; 5 – обробка насіння + підживлення на початку викидання волоті; 6 – обробка насіння + два підживлення Вегестимом на початку фази виходу в трубку та викидання волоті.

Вплив досліджуваних варіантів застосування Вегестиму на масу зерна з волоті головних стебел був вищим, ніж на кількість зерен у волоті та масу 1000 зерен, оскільки в кращих варіантах застосування цих препаратів і маса 1000 і кількість зерен у волоті були вищими. Так, у середньому по роках і гібридах, маса зерна з волоті найбільше зростала на 4,5 % (у шостому варіанті – 41,8 г), тоді як озерненість і маса 1000 зерен – на 3,5 і 0,8 % відповідно.

Серед досліджуваних середньостиглих гібридів більшу масу зерен з волоті головних стебел мав гібрид Флагг – 42,3 г. Водночас, цей показник істотно не відрізнявся від маси зерен гібриду Іггор. Серед ранньостиглих гібридів сорго більшу масу зерна з волоті мав гібрид Сват – 40,3 г, що на 1,7 г або 4,4 % більше, ніж у гібриду Юкі. По роках відмічена аналогічна тенденція крім того, перевага гібриду Сват більшою була в менш сприятливих умовах 2020 р. (дод. Б.10).

Найбільших змін маса зерна з волоті головних стебел зазнавала за впливу погодних умов. За цим показником розбіжність між роками перевищувала 10 %. Найбільшою вона була в 2021 р., найменшою – в 2020 р. Так, у 2021 р. у середньому по гібридах, маса зерна з волоті головного стебла в шостому варіанті чинника *D* становила 44,4 г, тоді як у 2019 і 2020 рр. – 41,3 і 39,8 г відповідно.

Елементи продуктивності волотей бічних стебел сорго також зазнавали значних змін за впливу Вегестиму. Подібно до показників озерненості волоті головних стебел, озерненість волотей бічних стебел сорго також найбільшою була на варіантах проведення передпосівної обробки насіння і двох позакореневих підживлень цим стимулятором. У середньому за роками та гібридами, кількість зерен у волоті бічного стебла в цьому варіанті становила 1255 шт., що на 43 шт. або на 3,5 % більше порівняно з абсолютним контролем (табл. 4.11).

Кількість зерен у волоті бічних стебел у цьому варіанті істотно перевищувала інші варіанти. Найближчим до нього був показник у четвертому варіанті – 1243 шт. Різниця між цими варіантами склала 12 зерен, за HP_{05} – 9 зерен. Позакореневе підживлення на початку викидання волоті не забезпечувало істотного підвищення кількості зерен з бічної волоті порівняно з варіантом у якому проводили лише передпосівну обробку насіння.

Таблиця 4.11

Продуктивність волоті бічного стебла гібридів сорго різних груп стиглості за впливу різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестиму (середнє за 2019–2021 рр.)

Гібрид (чинник <i>B</i>)	Варіант застосування Вегестиму (<i>D</i>)	Кількість зерен у волоті, шт.	Маса 1000 зерен, г	Маса зерна з волоті, г
Іггор	1*	1081	30,2	32,6
	2	1084	30,3	32,8
	3	1099	30,3	33,2
	4	1105	30,4	33,5
	5	1097	30,3	33,1
	6	1120	30,4	34,2
Юкі	1	1122	25,4	28,4
	2	1126	25,3	28,4
	3	1138	25,4	28,9
	4	1158	25,5	29,5
	5	1143	25,5	29,1
	6	1171	25,5	29,8
Сват	1	1459	20,3	29,6
	2	1454	20,4	29,6
	3	1475	20,5	30,3
	4	1487	20,5	30,5
	5	1477	20,5	30,3
	6	1495	20,7	30,9
Флагг	1	1185	28,8	34,1
	2	1192	28,9	34,4
	3	1207	28,9	34,8
	4	1221	29,0	35,3
	5	1206	29,1	35,0
	6	1232	29,2	35,9
Середнє за чинником <i>A</i>	Іггор	1098	30,3	33,2
	Юкі	1143	25,5	29,0
	Сват	1474	20,6	30,2
	Флагг	1207	29,0	34,9
Середнє за чинником <i>B</i>	1	1212	26,2	31,2
	2	1214	26,3	31,3
	3	1230	26,3	31,8
	4	1243	26,4	32,2
	5	1231	26,3	31,9
	6	1255	26,5	32,7
НІР ₀₅ головного ефекту <i>B</i>		54	0,5	2,1
НІР ₀₅ головного ефекту <i>D</i>		9	0,3	0,3
НІР ₀₅ часткових ефектів <i>B</i>		133	1,3	5,2
НІР ₀₅ часткових ефектів <i>D</i>		17	0,4	0,6

Примітка: * – варіанти чинника *D*: 1 – контроль (сухе насіння); 2 – насіння оброблене водою; 3 – обробка насіння Вегестимом; 4 – обробка насіння + підживлення Вегестимом на початку виходу в трубку; 5 – обробка насіння + підживлення на початку викидання волоті; 6 – обробка насіння + два підживлення Вегестимом на початку фази виходу в трубку та викидання волоті.

Вплив погодних року на озерненість волоті бічного стебла був значно вищий, ніж на озерненість волоті головного стебла. У середньому за гібридами і варіантами застосування Вегестиму, озерненість волоті більшою була в 2021 р. – 1371 шт., що на 195 і 226 шт. більше, ніж у 2019 і 2020 рр. відповідно (дод. Б.8).

Маса 1000 зерен з волотей бічних стебел була фактично на одному рівні з масою 1000 зерен з волотей головних стебел. Відмічалася лише тенденція формування крупніших зерен на волотях головних стебел (дод. Б.9).

Досліджувані варіанти застосування Вегестиму також фактично не впливали на масу 1000 зерен з волотей бічних стебел рослин сорго. Зокрема, у середньому за три роки, найбільша маса 1000 зерен у середньому по гібридах найвищою була у шостому варіанті – 26,5 г. Проте, порівняно з показником на першому варіанті, прибавка становила лише 0,3 г або 1,1 %.

Маса зерна з волоті бічних стебел найбільшою була у шостому варіанті чинника *D*, що зумовлено насамперед більшою кількістю зерен у волоті на цих варіантах. У середньому за три роки на посівах гібридів Іггор, Юкі, Сват і Флагг вона становила 34,2, 29,8, 30,9 і 35,9 г відповідно (див. табл. 4.11). Разом з тим, статистичний аналіз часткових порівнянь цього чинника не виявив істотної різниці між четвертим і шостим варіантами. Лише в гібриду Іггор відмічали істотну перевагу шостого варіанту.

Озерненість волоті бічного стебла середньостиглих гібридів сорго зернового була значно меншою, ніж у ранньостиглого гібрида Сват проте, за рахунок значно вищої маси 1000 зерен, ці гібриди формували більшу масу зерна з волоті. Так, у гібридів Іггор і Флагг маса зерна з волоті бічного стебла у середньому за роками і варіантами застосування стимулятора росту Вегестиму становила 33,2 і 34,9 г, тоді як у гібриду Сват – 30,2 г.

Погодні умови вносили певні корективи у формування показників маси зерна з бічних волотей. У менш сприятливих погодних умовах 2020 р. гібрид Сват показав найбільшу перевагу за цим показником порівняно з гібридом Юкі. Зокрема, прибавка показника становила 2,6 г (майже 10,0 %), тоді як у 2021 р. – 1,0 г (3,2 %), в 2019 р. різниці між показниками взагалі не було (дод. Б.10).

Серед середньоранніх гібридів істотно вищу масу зерна з волоті бічних стебел формував французький гібрид Флагг – 34,2 г, 31,8 і 38,7 г – у 2019, 2020 і 2021 рр., що на 2,1 г, 0,7 і 2,2 г більше, ніж в американського гібриду Іггор за НР₀₅ цього чинника – 0,4 г, 0,6 і 0,9 г відповідно.

У середньому за роками та гібридами, найвища біологічна врожайність зерна сорго – 5,97 т/га, відмічена у варіанті проведення передпосівної обробки насіння та двох позакореневих підживлень Вегестимом (табл. 4.12). Порівняно з абсолютним контролем прибавка становила 0,83 т/га, а порівняно з найближчим показником у досліді – передпосівна обробка насіння і позакореневе підживлення на початку фази виходу в трубку – 0,18 т/га або 3,1 %.

Таблиця 4.12

Біологічна врожайність зерна досліджуваних гібридів сорго за різних варіантів застосування Вегестиму, т/га. Середнє за 2019–2021 рр.

Варіанти застосування Вегестиму (чинник B)	Гібриди сорго (чинник A)				Середнє
	Іггор	Юкі	Сват (κ)	Флагг	
1 (κ)	5,32 ^{A*}	4,56 ^A	5,01 ^A	5,67 ^A	5,14 ^I
2	5,35 ^A	4,62 ^A	4,97 ^A	5,72 ^A	5,17 ^I
3	5,67 ^B	4,83 ^B	5,35 ^B	6,05 ^B	5,48 ^{II}
4	5,92 ^C	5,10 ^C	5,69 ^D	6,47 ^D	5,79 ^{IV}
5	5,79 ^B	4,92 ^B	5,51 ^C	6,20 ^C	5,61 ^{III}
6	6,10 ^D	5,17 ^C	5,86 ^I	6,62 ^I	5,97 ^V
Середнє	5,69 ^I	4,87 ^{II}	5,40 ^I	6,12 ^{III}	5,53
НР ₀₅ головного ефекту A – 0,35 т/га; НР ₀₅ головного ефекту B – 0,06 т/га; НР ₀₅ часткових ефектів A – 0,85 т/га; НР ₀₅ часткових ефектів B – 0,12 т/га.					

Примітка: * – приналежність показників біологічної врожайності зерна до статистично однорідних груп. Під час статистичних розрахунків роки приймали за повторення.

Варто відмітити значно вищу ефективність застосування Вегестиму за умови комплексного застосування, а саме для передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень. Всі варіанти на яких проводили підживлення на фоні обробки насіння за біологічною врожайністю істотно перевищували варіант у якому проводили лише передпосівну обробку насіння.

Провідна роль в біологічній врожайності зерна сорго належала волотям головних стебел. Їх частка в загальній біологічній врожайності зерна в

середньому становила близько 65,0 %. Найвища біологічна врожайність зерна з волотей головної системи стебел була у шостому варіанті чинника *D* – 3,88 т/га (табл. 4.13). Порівняно з першим контролем прибавка становила 0,49 т/га.

Таблиця 4.13

Біологічна врожайність зерна з волотей головних стебел сорго за різних варіантів застосування Вегестиму, т/га. Середнє за 2019–2021 рр.

Варіанти застосування Вегестиму (чинник <i>D</i>)	Гібриди сорго (чинник <i>B</i>)				Середнє
	Іггор	Юкі	Сват (<i>κ</i>)	Флагг	
1 (<i>κ</i>)	3,45 ^{A*}	3,14 ^A	3,40 ^A	3,57 ^A	3,39 ^I
2	3,47 ^A	3,21 ^A	3,35 ^A	3,62 ^A	3,41 ^I
3	3,67 ^B	3,33 ^B	3,59 ^B	3,80 ^B	3,60 ^{II}
4	3,84 ^D	3,50 ^C	3,82 ^D	4,03 ^D	3,80 ^{IV}
5	3,78 ^C	3,40 ^B	3,71 ^C	3,91 ^C	3,70 ^{III}
6	3,92 ^D	3,53 ^C	3,93 ^I	4,13 ^I	3,88 ^V
Середнє	3,69 ^I	3,35 ^{II}	3,63 ^I	3,84 ^{III}	3,63
НР ₀₅ головного ефекту <i>B</i> – 0,12 т/га; НР ₀₅ головного ефекту <i>D</i> – 0,04 т/га; НР ₀₅ часткових ефектів <i>B</i> – 0,30 т/га; НР ₀₅ часткових ефектів <i>D</i> – 0,08 т/га.					

Примітка: * – приналежність показників біологічної врожайності зерна до статистично однорідних груп. Під час статистичних розрахунків роки приймали за повторення.

Частка зерна з волотей бічних стебел у загальній біологічній врожайності була значно меншою – у середньому близько 35,0 %. Це пов'язано як з низьким коефіцієнтом продуктивного кушіння, так і з вищою продуктивністю волотей системи головних стебел рослин. Разом з тим, вплив досліджуваних варіантів застосування стимулятора Вегестиму на зміну біологічної врожайності зерна з волотей бічних пагонів був вищим, ніж з волотей центральних пагонів. Порівняно з обома контролями біологічна врожайність зерна з волотей бічних стебел на шостому варіанті підвищувалася на 0,31 т/га або майже на 18,0 %.

Біологічна врожайність зерна з волотей бічних стебел більшою також була у шостому варіанті – 2,06 т/га (табл. 4.14). Разом з тим, у розрізі досліджуваних гібридів ця тенденція підтверджувалася лише на посівах гібриду Іггор. На посівах інших гібридів істотної різниці між шостим і четвертим варіантом не було. Була відмічена лише тенденція підвищення біологічної врожайності зерна з волотей бічних стебел на варіантах проведення двох підживлень.

Таблиця 4.14

Біологічна врожайність зерна з волотей бічних стебел сорго за різних варіантів застосування Вегестиму, т/га. Середнє за 2019–2021 рр.

Варіанти застосування Вегестиму (чинник <i>D</i>)	Гібриди сорго (чинник <i>B</i>)				Середнє
	Іггор	Юкі	Сват (<i>κ</i>)	Флагг	
1 (<i>κ</i>)	1,87 ^{A*}	1,42 ^A	1,61 ^A	2,10 ^A	1,75 ^I
2	1,88 ^A	1,41 ^A	1,62 ^A	2,10 ^A	1,75 ^I
3	2,00 ^B	1,50 ^B	1,74 ^B	2,25 ^B	1,88 ^{II}
4	2,08 ^C	1,60 ^C	1,87 ^D	2,44 ^C	2,00 ^{III}
5	2,01 ^B	1,51 ^B	1,80 ^C	2,29 ^B	1,90 ^{II}
6	2,18 ^D	1,64 ^C	1,93 ^D	2,49 ^C	2,06 ^{IV}
Середнє	2,00 ^I	1,51 ^I	1,76 ^I	2,28 ^{II}	1,89
НІР ₀₅ головного ефекту <i>B</i> – 0,26 т/га; НІР ₀₅ головного ефекту <i>D</i> – 0,03 т/га; НІР ₀₅ часткових ефектів <i>B</i> – 0,63 т/га; НІР ₀₅ часткових ефектів <i>D</i> – 0,07 т/га.					

Примітка: * – приналежність показників біологічної врожайності зерна до статистично однорідних груп. Під час статистичних розрахунків роки приймали за повторення.

Погодні умови чинили найбільший вплив у мінливість біологічної врожайності зерна з волотей бічних стебел. Найвищою вона була в погодних умовах 2021 р. – у середньому по досліді 2,38 т/га, що на 0,53 і 0,94 т/га, або на 28,6 і 65,3 % відповідно вище ніж у 2019 і 2020 рр. (дод. Б.11).

Серед ранньостиглих гібридів за показниками біологічної врожайності зерна з волотей головних і бічних стебел істотно переважав гібрид Сват. У середньому за роками загальна біологічна врожайність зерна цього гібриду у варіанті проведення передпосівної обробки насіння та двох підживлень Вегестимом становила 5,86 т/га, тоді як у гібриду Юкі – 5,17 т/га (див. табл. 4.12).

Серед середньоранніх гібридів вищу біологічну врожайність зерна формував гібрид Флагг. У середньому за роками, його загальна біологічна врожайність зерна у варіанті передпосівної обробки насіння та двох позакореневих підживлень стимулятором росту Вегестимом – 6,62 т/га, була на 0,43 т/га вищою, ніж у гібрида Іггор за НІР₀₅ – 0,35 т/га.

4.2. Урожайність зерна гібридів сорго зернового різних груп стиглості залежно від досліджуваних чинників і погодних умов

Досліджувані варіанти норми висіву та міжрядь істотно впливали на врожайність зерна сорго. У середньому за три роки на варіантах з різними сполученнями цих чинників урожайність зерна гібриду Сват варіювала від 2,87 до 5,19 т/га, а гібрида Флагг – від 3,63 до 6,47 т/га (табл. 4.15).

Таблиця 4.15

Урожайність зерна гібридів сорго зернового в середньому за роками залежно від ширини міжрядь та норми висіву насіння, т/га

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Гібрид (чинник В)				Середнє	
		Флагг		Сват (κ)			
		Уз*	Рг	Уз	Рг	Уз	Рг
35	100	3,82	◆◆◆	3,08	◆	3,45	◇
	140	5,18	◆◆◆◆	4,10	◆◆◆	4,64	◇◇◇
	180	6,28	◆◆◆◆◆	5,07	◆◆◆◆	5,68	◇◇◇◇
	220	6,47	◆◆◆◆◆	5,19	◆◆◆◆	5,83	◇◇◇◇
45	100	3,75	◆◆	3,05	◆	3,40	◇
	140	5,05	◆◆◆◆	4,06	◆◆◆	4,56	◇◇
	180	6,13	◆◆◆◆◆	4,91	◆◆◆◆	5,52	◇◇◇◇
	220	6,25	◆◆◆◆◆	5,01	◆◆◆◆	5,63	◇◇◇◇
70	100	3,63	◆◆	2,87	◆	3,25	◇
	140	4,73	◆◆◆◆	3,77	◆◆	4,25	◇◇
	180 (κ)	5,23	◆◆◆◆	4,47	◆◆◆◆	4,85	◇◇◇
	220	4,98	◆◆◆◆	4,45	◆◆◆◆	4,72	◇◇◇
Середнє за чинником А	35	5,44	◇◇◇◇◇	4,36	◇◇	4,90	■ ■
	45	5,30	◇◇◇◇	4,26	◇◇	4,78	■ ■
	70 (κ)	4,64	◇◇◇	3,89	◇	4,27	■
Середнє за чинником С	100	3,73	◇◇	3,00	◇	3,37	■
	140	4,99	◇◇◇◇◇	3,98	◇◇◇	4,49	■ ■
	180 (κ)	5,88	◇◇◇◇◇◇	4,82	◇◇◇◇	5,35	■ ■ ■
	220	5,90	◇◇◇◇◇◇	4,88	◇◇◇◇	5,39	■ ■ ■
Середнє за чинником В		5,13	■ ■	4,17	■	4,65	—

* Уз – урожайність зерна, т/га; Рг – рангова група за проведеним статистичним аналізом із використанням рангового критерію: ■ – рангові групи для головних ефектів чинників; ◇ – рангові групи для ефектів взаємодії двох чинників; ◆ – рангові групи для ефектів взаємодії трьох чинників.

Найвищу врожайність зерна посіви формували на варіантах з міжряддями 35 см. За ширини міжрядь 35, 45 і 70 см, урожайність зерна в середньому становила 4,90, 4,78 і 4,27 т/га відповідно. Водночас, за проведеним статистичним аналізом, істотної різниці між врожайністю зерна на варіантах з міжряддями 35 і 45 см не було. Врожайність зерна на варіантах з міжряддям 35 см була істотно вищою порівняно з іншими варіантами в 2020 і 2021 рр. Так, у середньому за іншими чинниками, на варіантах з міжряддями 35, 45 і 70 см у 2020 р. вона становила 4,21, 4,08 і 3,53 т/га, у 2021 р. – 5,25, 5,08 і 4,78 т/га (дод. Б.12).

Вплив досліджуваних варіантів міжрядь вищим був на посівах гібриду сорго Флагг. Так, за рахунок звуження міжрядь з 70 до 35 см урожайність зерна гібриду Сват у середньому за роками і нормами висіву підвищувалася на 0,47 т/га (12,0 %), а гібриду Флагг – на 0,80 т/га (17,2 %).

За ширини міжрядь 35 см, форма площі живлення рослин сорго за обраних норм висіву буде кращою. Зокрема, за норми висіву насіння 100 тис. шт./га площа живлення рослин наближається до квадратної з відношенням сторін 35 до 29 см. На варіантах з міжряддями 45 см це співвідношення становитиме 45 до 22 см, а з міжряддями 70 см – 70 до 15 см. Тобто, навіть за найменшої норми висіву відстань між рослинами в рядку з міжряддями 70 см становитиме біля 15 см. Якщо ж обрати норму висіву 220 тис. шт./га, відстань між окремими рослинами в рядку становитиме лише 6,5 см. За ширини міжрядь 35 і 45 см це показник становить близько 13 і 10 см відповідно.

Виходячи з цих розрахунків легко пояснити більшу розбіжність між урожайністю зерна гібридів сорго за впливу досліджуваних міжрядь на варіантах з більшою нормою висіву. Ця тенденція мала місце в усі роки. Так, в 2019 р. урожайність зерна гібридів Флагг і Сват зі звуженням міжрядь від 70 до 35 см на варіантах з нормою висіву насіння 100 тис. шт./га зростала лише на 0,22 т/га і 0,20 т/га відповідно, а на варіантах з нормою висіву насіння 220 тис. шт./га – на 1,36 т/га і 0,71 т/га. Тенденцію збільшення впливу міжрядь за умови підвищення норми висіву відмічають також інші дослідники [35, 77, 91].

Найвища врожайність обох гібридів сорго була на варіантах поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см. У середньому за три роки врожайність зерна гібридів Флагг і Сват у цьому варіанті становила 6,47 і 5,19 т/га. Разом з тим, урожайність зерна на цьому варіанті істотно не відрізнялася від варіанта поєднання норми висіву насіння 180 тис. шт./га з міжряддями 35 см.

Врожайність сорго гібридів Сват і Флагг за всіх міжрядь знаходиться в тісній і середній прямій залежності з обраним діапазоном норм висіву. Коефіцієнт кореляції по гібриду Сват для міжрядь 35 і 70 см становив 0,86 і 0,75 відповідно, по гібриду Флагг – 0,71 і 0,40 (рис. 4.4).

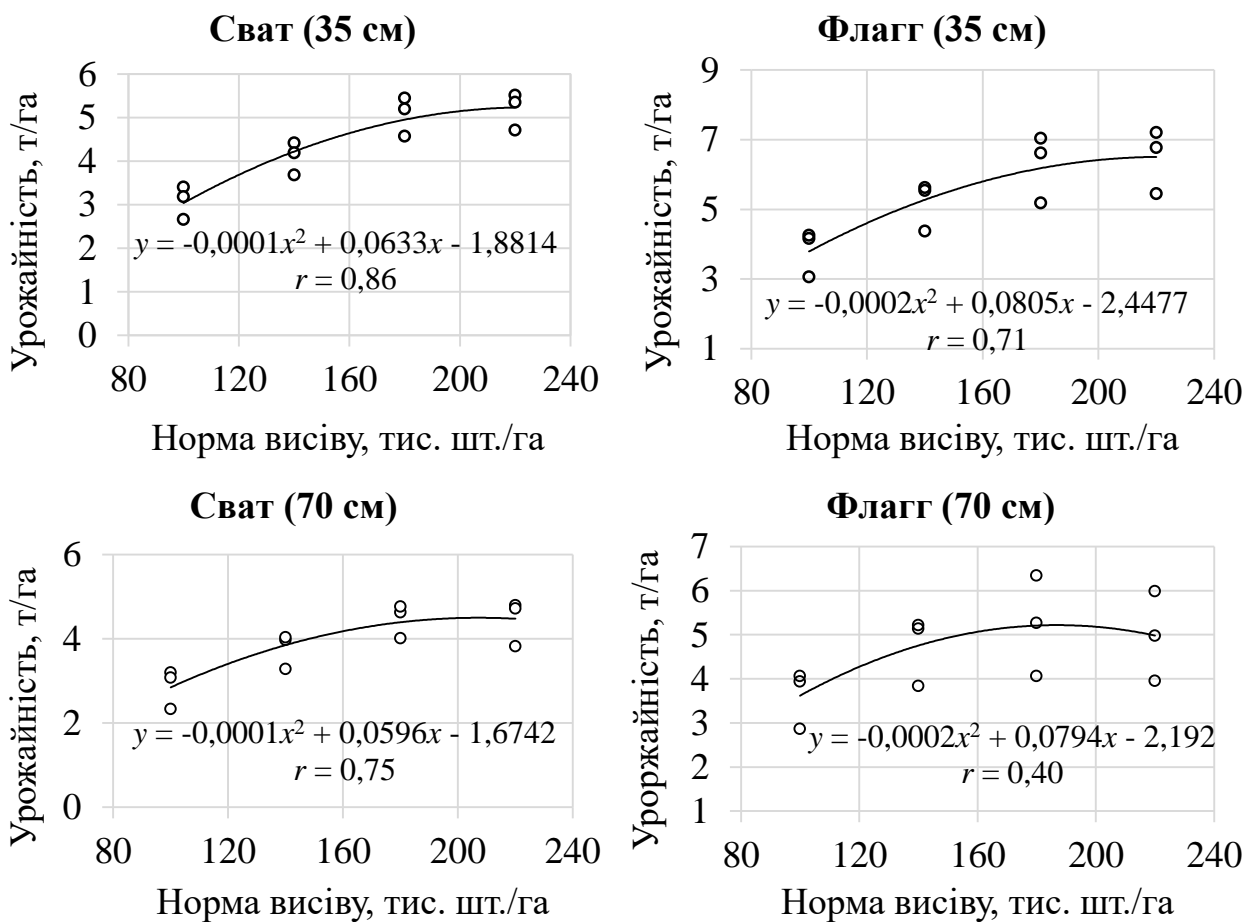


Рис. 4.4. Залежність урожайності зерна сорго гібридів Сват (зліва) і Флагг (справа) від норми висіву на варіантах з міжряддями 35 і 70 см

Порівняння досліджуваних чинників як джерел впливу в мінливість урожайності зерна сорго показало домінуюче значення норми висіву. Її частка в мінливості врожайності зерна сорго перевищувала всі інші разом узяті частки чинників та їхні сполучення і становила 51,3 % (рис. 4.5).

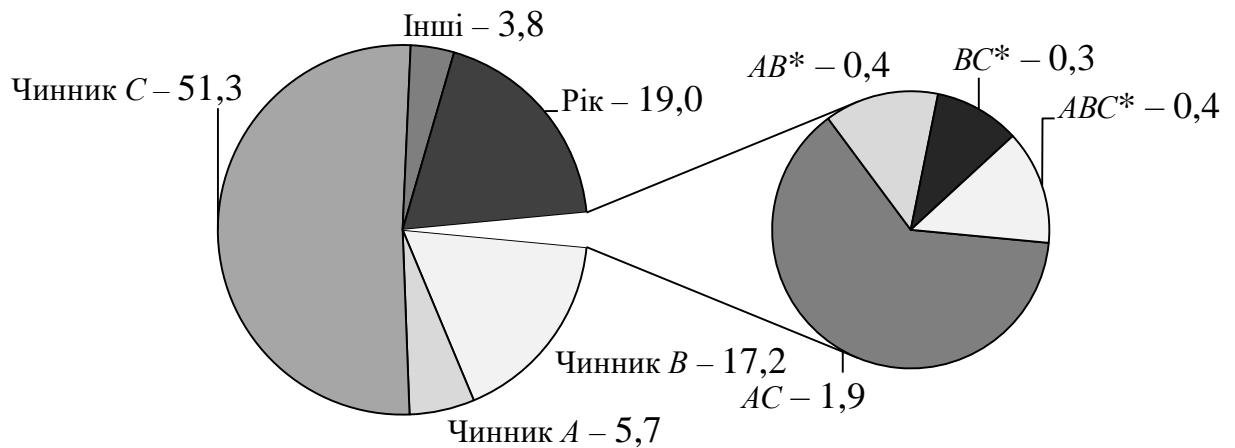


Рис. 4.5. Вклади досліджуваних чинників у варіабельність урожайності зерна сорго зернового, %.

Примітка: Чинники: А – ширина міжрядь; В – гібрид; С – норма висіву насіння.

Частка погодних умов у мінливості врожайності зерна становила 19,0 %. З одного боку це багато, що свідчить про важливу їх роль у формуванні зернової продуктивності посівів сорго, з іншого боку частка впливу цього чинника була майже в 2,5 рази меншою порівняно з часткою норми висіву. Відносно невисоку частку погодних умов як джерела впливу в мінливість урожайності зерна сорго можна пов'язати з тим, що як за температурними показниками, так і за кількістю й розподілом опадів роки принципово не відрізнялися. Крім того, сорго, за рахунок високої стійкості до посухи та підвищених температур характеризується меншою реакцією на погодні явища порівняно з іншими культурами, а відповідно і меншим коливанням урожайності основної продукції.

У другому досліді найвища врожайність гібридів сорго була у варіанті передпосівної обробки насіння і двох позакореневих підживлень – на початку трубкування та викидання волоті (31–32-тя й 51–52-га мікрофази за шкалою ВВСН). У середньому за три роки врожайність зерна гібридів Сват, Юкі, Іггор і Флагг у цьому варіанті становила 5,24, 4,61, 5,42 і 5,86 т/га відповідно (табл. 4.16).

Урожайність зерна всіх гібридів сорго в середньому за три роки на шостому варіанті чинника D істотно перевищувала врожайність на інших варіантах. Лише на посівах гібриду Юкі, врожайність зерна на шостому варіанті істотно не відрізнялася від четвертого варіанту – обробка насіння і одне підживлення Вегестимом на початку трубкування – 4,61 і 4,53 т/га відповідно. Ці показники формували окрему найвищу третю рангову групу.

Таблиця 4.16

Урожайність зерна гібридів сорго зернового за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестим у середньому за три роки, т/га

Варіанти застосування Вегестиму (чинник <i>D</i>)	Гібриди (чинник <i>B</i>)				
	Іггор	Юкі	Сват (<i>κ</i>)	Флагг	Середнє
1*	4,68/І	4,02/І	4,36/І	4,93/І	4,50/І
2	4,75/І	4,04/І	4,39/І	4,99/І	4,54/І
3	4,98/ІІ	4,28/ІІ	4,69/ІІ	5,31/ІІ	4,82/ІІ
4	5,25/ІІІ	4,53/ІІІ	5,04/ІV	5,70/ІІІ	5,13/ІІІ
5	5,06/ІІ	4,27/ІІ	4,81/ІІІ	5,40/ІІ	4,89/ІІ
6	5,42/ІV	4,61/ІІІ	5,24/V	5,86/ІV	5,28/ІV
Середнє	5,02/І	4,29/ІІ	4,76/І	5,37/ІІІ	4,86

Умовні позначення: * – варіанти чинника *D*: 1 – абсолютний контроль; 2 – (обробка насіння водою); 3 – обробка насіння Вегестимом; 4 – обробка насіння і позакореневе підживлення Вегестимом на початку трубкування; 5 – обробка насіння і підживлення Вегестимом під час викидання волоті; 6 – обробка насіння і два підживлення – на початку трубкування та під час викидання волоті. У чисельнику наведена врожайність зерна, у знаменнику – гомогенна група до якої входить показник відповідно до статистичного аналізу. Під час математичного аналізу роки рахували як повторення.

Серед гібридів сорго найвищу врожайність зерна формував середньоранній гібрид Флагг. У середньому за роками та варіантами застосування стимулятора Вегестиму, врожайність зерна цього гібриду становила 5,37 т/га, що на 0,61 т/га (13,0 %) вище, ніж у ранньостиглого гібриду Сват. Найнижчу врожайність в досліді – 4,29 т/га, формував ранньостиглий гібрид американської селекції Юкі. Порівняно з контролем його врожайність була на 0,47 т/га (11,0 %) меншою.

За роками досліджень, по всіх гібридах сорго відзначено в цілому аналогічний розподіл показників урожайності зерна за впливу досліджуваних варіантів застосування стимулятора росту Вегестиму. Зокрема, найменша врожайність зерна всіх гібридів зернового сорго в усі роки була на перших двох варіантах досліді (абсолютному контролю та варіанті обробки насіння водою), а найвища – на варіантах проведення передпосівної обробки насіння та двох позакорневих підживлень – на початку трубкування та викидання волоті (31–33-тя та 51–52-га мікрофази за міжнародною шкалою ВВСН).

У 2019 і 2020 рр. у варіанті проведення двох підживлень Вегестимом, урожайність зерна гібридів сорго істотно перевищувала інші варіанти. У середньому по гібридах, урожайність зерна в цьому варіанті в ці роки становила

5,36 і 4,62 т/га, що на 0,19 і 0,26 т/га відповідно вище порівняно з найближчим показником у досліді, який отримали у четвертому варіанті (табл. 4.17). У більш сприятливому для вирощування сорго 2021 р., проведення двох підживлень забезпечувало формування найвищої врожайності порівняно з рештою варіантів чинника *D* лише на посівах середньостиглого гібриду Іггор.

У середньому по гібридах, у 2021 р. істотної різниці за врожайністю зерна між варіантом проведення одного підживлення на початку трубкування і двома підживленнями Вегестимом не було. На цих варіантах вона була фактично однаковою – 5,85 і 5,87 т/га відповідно і належала до четвертої рангової групи.

Дослідженнями доведено істотну перевагу позакореневого підживлення Вегестимом на початку трубкування порівняно з підживленням у більш пізній період – на початку викидання волоті. Так, в 2019, 2020 і 2021 рр. врожайність зерна сорго в середньому по гібридах на варіантах проведення підживлення на початку трубкування була на 0,23 т/га, 0,20 і 0,28 т/га відповідно вищою порівняно з варіантом позакореневого підживлення на початку викидання волоті.

Вища ефективність позакореневого підживлення на початку трубкування зумовлена тим, що в цей час відбувається закладання квіток волотей, тож стимуляція ростових процесів в цей період приводить по-перше – до закладання більшої кількості квіток у суцвіттях, по-друге – до меншої їх редукції в наступні фази. Як наслідок, волоті мають вищу озерненість. Крім того підживлення в цей період стимулюючи ріст і розвиток рослин, а також нівелюючи несприятливий вплив абіотичних чинників, сприяє зменшенню «випадіння» рослин. Таким чином, підживлення на початку фази трубкування сприяє підвищенню кількісних параметрів елементів структури врожаю, а саме – збереженню більшої кількості рослин до початку збирання та утворенню більшої кількості зерен у волоті. Подібне пояснення надає Л.І. Сторожик [180], яка відмічає, що застосування регулятору росту в критичні фази у тому числі у фазі трубкування, добре стимулює рослини та дає змогу нівелювати в процесі свого росту й розвитку нестачу елементів живлення в критичні періоди онтогенезу.

Таблиця 4.17

Урожайність зерна гібридів сорго зернового за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестим у 2019–2021 роках, т/га

Гібрид (Чинник <i>B</i>)	Варіанти застосування Вегестиму (чинник <i>D</i>)	Рік					
		2019		2020		2021	
		I*	II	I	II	I	II
Іггор	1**	4,69	◇	4,02	◇	5,33	◇
	2	4,75	◇	4,08	◇	5,43	◇
	3	5,02	◇◇	4,25	◇◇	5,68	◇◇
	4	5,38	◇◇◇	4,41	◇◇◇	5,95	◇◇◇
	5	5,10	◇◇	4,30	◇◇	5,79	◇◇
	6	5,53	◇◇◇◇	4,68	◇◇◇◇	6,05	◇◇◇◇
Юкі	1	4,17	◇	3,40	◇	4,49	◇
	2	4,14	◇	3,43	◇	4,54	◇
	3	4,45	◇◇	3,67	◇◇	4,72	◇◇
	4	4,70	◇◇◇	3,76	◇◇◇	5,12	◇◇◇
	5	4,43	◇◇	3,60	◇◇	4,79	◇◇
	6	4,86	◇◇◇◇	3,91	◇◇◇◇	5,06	◇◇◇◇
Сват (<i>κ</i>)	1	4,37	◇	3,88	◇	4,83	◇
	2	4,41	◇	3,91	◇	4,86	◇
	3	4,63	◇◇	4,18	◇◇	5,26	◇◇
	4	4,97	◇◇◇◇	4,43	◇◇◇	5,71	◇◇◇◇
	5	4,75	◇◇◇	4,26	◇◇	5,43	◇◇◇
	6	5,20	◇◇◇◇◇	4,78	◇◇◇◇◇	5,74	◇◇◇◇◇
Флагг	1	4,99	◇	4,10	◇	5,71	◇
	2	5,07	◇	4,15	◇	5,75	◇
	3	5,36	◇◇	4,40	◇◇	6,17	◇◇
	4	5,67	◇◇◇◇	4,83	◇◇◇	6,60	◇◇◇◇
	5	5,50	◇◇◇	4,45	◇◇	6,26	◇◇◇
	6	5,86	◇◇◇◇◇	5,11	◇◇◇◇◇	6,61	◇◇◇◇◇
Середнє за варіантами чинника <i>B</i>	1	4,56	◆	3,85	◆	5,09	◆
	2	4,59	◆	3,89	◆	5,15	◆
	3	4,87	◆◆	4,13	◆◆	5,46	◆◆
	4	5,18	◆◆◆◆	4,36	◆◆◆	5,85	◆◆◆◆
	5	4,95	◆◆◆	4,16	◆◆	5,57	◆◆◆
	6	5,36	◆◆◆◆◆	4,63	◆◆◆◆	5,87	◆◆◆◆
Середнє за варіантами чинника <i>A</i>	Іггор	5,08	■ ■ ■	4,29	■ ■ ■	5,71	■ ■ ■
	Юкі	4,46	■ ■	3,63	■ ■	4,79	■ ■
	Сват (<i>κ</i>)	4,72	■	4,24	■	5,31	■
	Флагг	5,41	■ ■ ■ ■	4,51	■ ■ ■ ■	6,18	■ ■ ■ ■

Умовні позначення: * I – урожайність зерна, т/га; II – гомогенні групи показників урожайності зерна за проведеним статистичним аналізом із використанням рангового критерію Дункана. ** – варіанти чинника *D*: 1 – абсолютний контроль; 2 – другий контроль (обробка насіння водою); 3 – обробка насіння Вегестимом; 4 – обробка насіння і позакореневе підживлення Вегестимом на початку трубкування; 5 – обробка насіння і позакореневе підживлення Вегестимом під час викидання волоті; 6 – обробка насіння і два підживлення – на початку трубкування та під час викидання волоті.

Позакореневе підживлення на початку викидання волоті з точки зору збільшення озерненості волоті є менш ефективним, оскільки закладка квіток до цього моменту вже відбулася, тож підживлення в цей час сприятиме лише зменшенню редуції закладених квіток. Ефективність підживлення в цей час з точки зору підвищення збереженості рослин також під сумнівом, оскільки «випадіння» рослин починаючи з фази викидання волоті значно менше ніж до неї. Говорити про те, що підживлення на початку викидання волоті сприятиме збільшенню маси 1000 зерен теж не коректно, оскільки до початку наливання зерна часу ще багато, а ефект підживлення триває до двох тижнів.

Вплив комплексного застосування стимулятора Вегестиму більшою мірою проявлявся в менш сприятливих погодних умовах 2020 р., що свідчить про доцільність застосування цього роду препаратів насамперед в умовах стресів. Вищу ефективність застосування стимуляторів росту у менш сприятливих погодних умовах вегетації відмічають також й інші дослідники [83, 181].

Вплив погодних умов на ефективність застосування стимулятора росту Вегестиму більшою мірою проявлявся на посівах гібриду сорго Флагг. Діапазон розбіжності показників урожайності зерна цього гібрида за впливу чинника D у 2019, 2020 і 2021 рр. становив 17,4, 24,6 і 15,8 % відповідно.

Найбільших змін урожайність зерна сорго зазнавала за впливу погодних умов. Частка цього чинника становила 54 %. Серед технологічних чинників більший вплив у мінливість урожайності чинили особливості гібридів (частка – 28 %). Частка чинника D у мінливості показника становила 15 % (рис. 4.6).

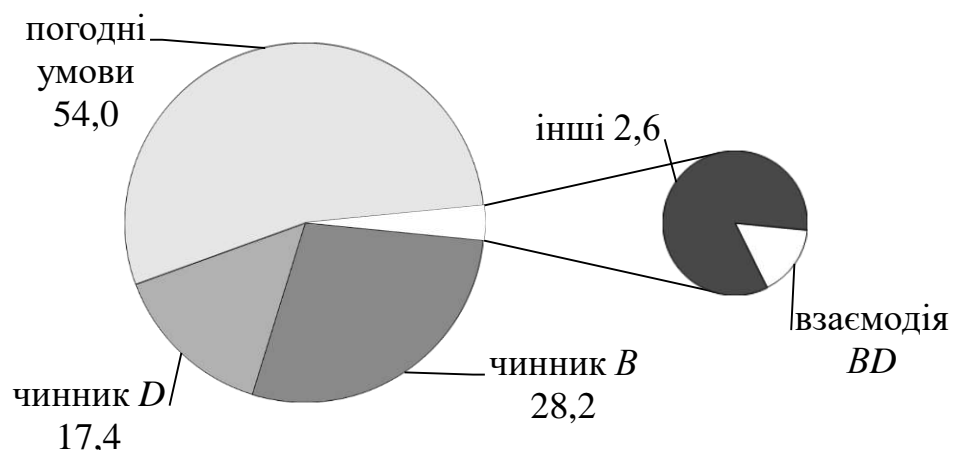


Рис. 4.6. Частки впливу чинників у мінливості врожайності сорго, %

Значний вплив чинника *B* пов'язаний з тим, що для досліджень обрали гібриди сорго різних груп стиглості. Звісно гібриди з довшою тривалістю вегетації (Іггор і Флагг) за нормальних умов формують вищу врожайність зерна порівняно з ранньостиглими гібридами – Юкі та Сват.

Представляє інтерес визначення тісноти зв'язків урожайності з основними елементами структури врожаю та окремими показниками якості зерна. Оскільки досліджувані гібриди сорго мають біологічні і морфологічні відмінності, нами було визначено ці зв'язки окремо для кожного досліджуваного гібриду (рис. 4.7).

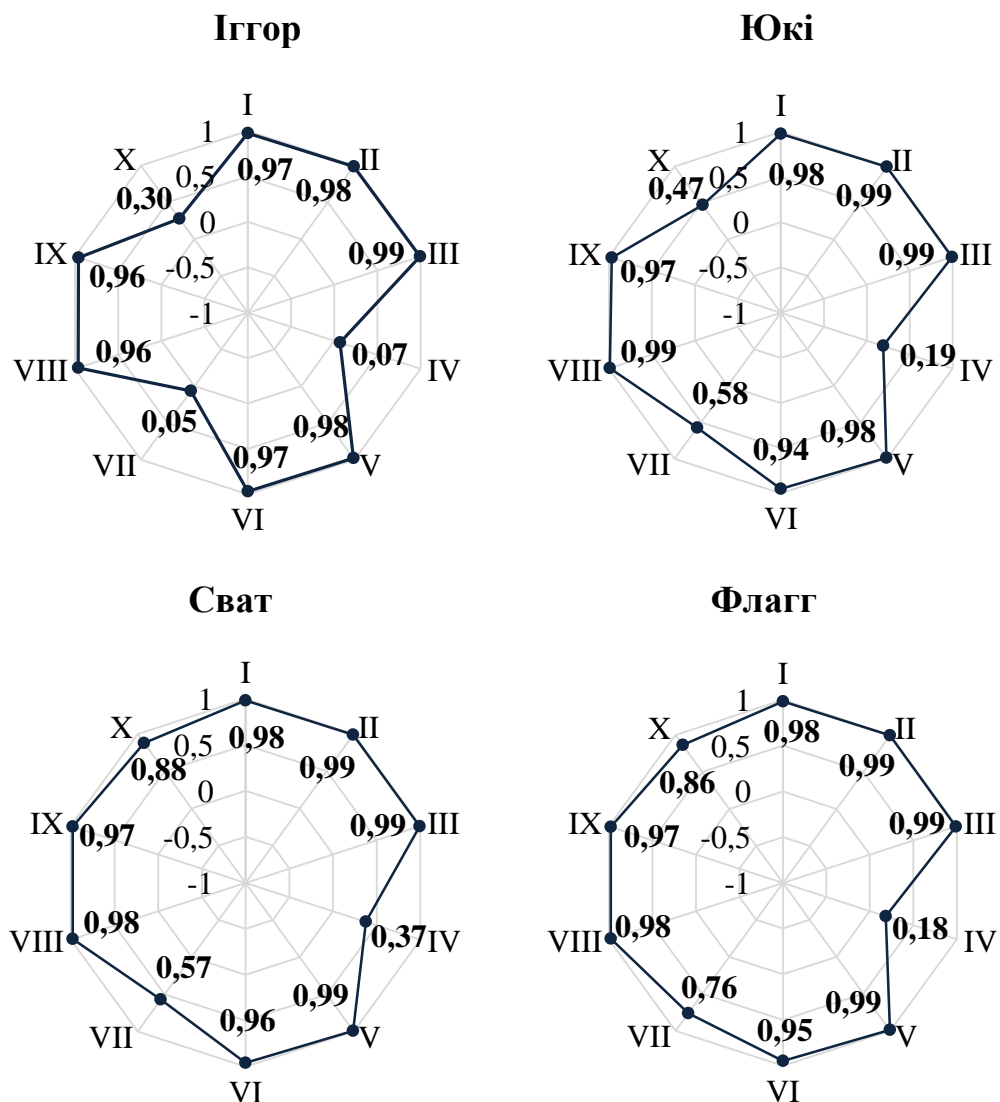


Рис. 4.7. Кореляція врожайності досліджуваних гібридів сорго з основними елементами структури врожаю та якісними показниками.

Умовні позначення: I – кількість рослин перед збиранням; II – загальна кількість волотей на одиниці площі; III – озерненість волоті головного стебла; IV – вміст білку; V – озерненість волоті бічного стебла; VI – маса зерна з волоті головного стебла; VII – вміст крохмалю; VIII – маса зерна з бічної волоті; IX – збереженість рослин; X – маса 1000 зерен

По всіх гібридах сорго відмічено аналогічні зв'язки врожайності зерна з основними елементами структури врожаю та якістю зерна. Врожайність зерна всіх гібридів мала тісний прямий зв'язок з кількістю рослин – $r = 0,97-0,98$, кількістю волотей на 1 м^2 – $r = 0,98-0,99$, озерненістю волоті головного стебла – $r = 0,99$, озерненістю волоті бічного стебла – $r = 0,98-0,99$ і масою зерна з волоті головного і бічного стебел – $r = 0,94-0,97$ і $r = 0,98-0,99$ відповідно.

Відмінність між гібридами полягала в тісноті зв'язків їх урожайності з показниками якості – масою 1000 зерен, вмістом білка та крохмалю. Зокрема, у гібридів Іггор, Юкі та Флагг між урожайністю зерна та вмістом білка відмічено слабкий прямий зв'язок ($r = 0,07-0,18$), в гібрида Свату – середній ($r = 0,37$).

Урожайність гібридів Сват і Юкі мала середній прямий зв'язок з вмістом крохмалю ($r = 0,57-0,58$), тоді як у гібрида Флагг він був тісний прямий ($r = 0,76$), а в гібриду Іггор відсутній. Урожайність гібридів Сват і Флагг мала тісний прямий зв'язок з масою 1000 зерен ($r = 0,86-0,88$). У гібридів сорго Іггор і Сват між цими показниками існував середній прямий зв'язок – $r = 0,30$ і $r = 0,47$ відповідно.

4.3. Якість зерна гібридів сорго різних груп стиглості

Важливим завданням технології вирощування сорго зернового є отримання якісної продукції з високим вмістом протеїну та крохмалю. Відомо, що основний вплив на ці показники чине система живлення разом з тим, інші елементи технології, зокрема норми висіву та міжряддя також впливають на зміну якості зерна сорго, що доведено раніше проведеними дослідженнями [133, 155, 161].

Виходячи з цього, нами було визначено вміст найважливіших якісних показників якості зерна, а саме – вмісту сирого протеїну та крохмалю в зерні гібридів сорго різних груп стиглості залежно від поєднання різних варіантів норми висіву та міжрядь. Ці якісні показники також визначали в другому досліді де вивчали вплив різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестиму.

У першому досліді в середньому за три роки, вміст сирого протеїну в зерні сорго гібриду Флагг за впливу норми висіву варіював у межах від 10,77 до 10,93%, гібриду Сват – від 11,5 до 11,6 % (табл. 4.18).

Таблиця 4.18

Вміст сирого протеїну в зерні гібридів сорго зернового (чисельник, %) та його збір з гектара (знаменник, т/га) за різних варіантів поєднання норми висіву та міжрядь у середньому за 2019–2021 рр.

Гібрид (чинник <i>A</i>)	Норма висіву, тис. шт./га (чинник <i>C</i>)	Ширина міжрядь, см (чинник <i>B</i>)		Середнє
		35	70	
Флагг	100	10,73/0,41	10,81/0,39	10,77/0,40
	140	10,74/0,56	10,88/0,52	10,81/0,54
	180	10,73/0,67	10,92/0,57	10,83/0,62
	220	10,80/0,70	11,05/0,55	10,93/0,63
Сват	100	11,41/0,35	11,50/0,33	11,46/0,34
	140	11,40/0,47	11,54/0,44	11,47/0,45
	180	11,48/0,58	11,65/0,52	11,57/0,55
	220	11,52/0,60	11,72/0,52	11,62/0,56
Середнє по гібридах	Флагг	10,75/0,59	10,92/0,51	10,84/0,55
	Сват	11,45/0,50	11,60/0,45	11,53/0,48
Середнє по нормах висіву	100	11,07/0,38	11,16/0,36	11,12/0,37
	140	11,07/0,51	11,21/0,48	11,14/0,49
	180	11,11/0,63	11,29/0,55	11,20/0,59
	220	11,16/0,65	11,39/0,54	11,28/0,59
Середнє		11,10/0,54	11,26/0,48	11,18/0,51

У середньому за іншими чинниками, розбіжність між показниками вмісту сирого протеїну в зерні за впливу норми висіву становила 0,16 %. Такою самою була розбіжність за впливу ширини міжрядь. Зокрема, з розширенням міжрядь від 35 до 70 см вміст показника так само підвищувався на 0,16 %, що у відносних показниках менше, ніж на 1,5 %.

Норми висіву та міжряддя значно більший вплив чинили на збір сирого протеїну. Вплив норми висіву на збір сирого протеїну з одиниці площі був вищим, ніж на врожайність зерна, оскільки з її підвищенням, як врожайність, так і вміст сирого протеїну в зерні зростали. Більшою мірою це спостерігалось на варіантах з міжряддями 35 см. Так, з підвищенням норми висіву від 100 до 220 тис. нас./га, врожайність зерна гібридів Флагг і Сват за цих міжрядь зростала на 69,3 і 69,4 %, а збір сирого протеїну з гектара – на 70,5 і 70,7 % відповідно.

Збір сирого протеїну вищим був на посівах гібриду Флагг. Найвищий збір сирого протеїну з гектара на посівах цього гібриду відмічено у варіанті поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддям 35 см. Разом з тим, порівняно з варіантом з меншою нормою висіву – 180 тис. шт./га, збір сирого протеїну з гектара збільшувався менше, ніж на 3,0 %, що свідчить про рівнозначність цих норм висіву і, відповідно – про недоцільність її підвищення з 180 до 220 тис. шт./га. Це також підтвердив дисперсійний аналіз результатів урожайності зерна.

У другому досліді найвищий вміст сирого протеїну всіх гібридів сорго відмічено у варіанті позакореневого внесення стимулятора росту Вегестиму на початку фази викидання волоті. Більш раннє внесення – на початку виходу в трубку, не мало впливу на вміст сирого протеїну в зерні (табл. 4.19). Дворазове внесення Вегестиму також не мало переваги порівняно з разовим внесенням у більш пізній період. Середній вміст сирого протеїну на цих варіантах (варіанти №5 і №6 чинника D) становив 11,99 і 11,94 % відповідно.

Таблиця 4.19

Вміст сирого протеїну в зерні гібридів сорго зернового (чисельник, %) та його збір з гектара (знаменник, т/га) за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестиму в середньому за 2019–2021 рр.

Варіант застосування Вегестиму	Гібриди (чинник B)				Середнє
	Іггор	Юкі	Сват	Флагг	
1	13,06/0,61	12,02/0,48	11,36/0,50	10,82/0,53	11,82/0,53
4	12,99/0,68	11,98/0,54	11,35/0,57	10,76/0,61	11,77/0,60
5	13,25/0,67	12,14/0,52	11,51/0,55	11,06/0,60	11,99/0,59
6	13,19/0,71	12,11/0,56	11,48/0,60	10,98/0,64	11,94/0,63
Середнє	13,12/0,67	12,06/0,53	11,43/0,56	10,91/0,60	11,88/0,59

Примітка: * – варіанти чинника D: 1 – контроль (сухе насіння); 4 – обробка насіння + позакореневе підживлення Вегестимом на початку виходу в трубку; 5 – обробка насіння + позакореневе підживлення на початку викидання волоті; 6 – обробка насіння + два позакореневі підживлення Вегестимом на початку фази виходу в трубку та викидання волоті.

Відсутність впливу на зміну вмісту сирого протеїну в зерні від обробки насіння та першого внесення Вегестиму пов'язане з тим, що в цей період відбувається закладання квіток, а відповідно, – озерненість волоті. Тож, внесення Вегестиму в цей період, по перше буде стимулювати закладання більшої кількості

квіток у суцвітті і, – відповідно більшої кількості зерен у волоті, по-друге, – нівелюватиме негативний вплив стресів різної природи. Ефект прямої дії стимулятора росту, як і різного роду комплексних водорозчинних добрив триває до двох тижнів, тож чинити безпосередній вплив на якісні показники зерна, формування яких відбувається значно пізніше, раннє підживлення не може.

Інтервал між початком викидання волоті й формуванням і наливанням зерна значно менший, тож і вплив позакореневого внесення Вегестиму на якісні показники зерна сорго закономірно буде вищим. Так, у середньому за роками та гібридами, вміст сирого протеїну у варіанті внесення Вегестиму на початку виходу рослин у трубку становив 11,77 %, тоді як на початку викидання волоті – 11,99 %, що у відносних показниках майже на 2,0 % більше.

Більший вплив на вміст протеїну чинили особливості гібридів. У цілому, його вміст відповідав їх паспортним даним. Серед ранньостиглих гібридів значно вищим він був у зерні гібриду Юкі – у середньому за роками і варіантами чинника *D* – 12,06 % (у гібрида Сват – 11,43 %), а серед середньостиглих у гібриду Іггор – 13,12 %, проти 10,90 % – у гібриду Флагг (див. табл. 4.19).

За рахунок вищого вмісту сирого протеїну в зерні, найбільший його збір мав гібрид Іггор, при цьому за врожайністю зерна він поступався гібриду Флагг. Так, збір сирого протеїну з одного гектара посівів гібридів Флагг та Іггор у середньому по роках і варіантах внесення Вегестиму становив 0,60 і 0,67 т/га.

Серед ранньостиглих гібридів як за врожайністю зерна, так і за збором сирого протеїну з гектара переважав гібрид Сват, при тому що вміст сирого протеїну в зерні в нього був менший. У даному випадку вирішальний вплив на збір білка з одиниці площі мала врожайність за рахунок якої збір сирого протеїну гібриду Сват був значно вищим, ніж у гібриду Юкі – 0,56 і 0,53 т/га відповідно.

У цілому по досліді, найвищий збір сирого протеїну з гектара в середньому за три роки – 0,71 т/га, був на посівах гібриду сорго Іггор у варіанті передпосівної обробки насіння і двох позакорневих внесень Вегестиму. Перевага цього варіанта відмічена в усі роки (дод. В.3).

У першому досліді, на відміну від вмісту сирого протеїну, вміст крохмалю унаслідок підвищення норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га, у середньому знижувався на 1,6 %. Більшою мірою ця тенденція спостерігалася на варіантах з міжряддями 70 см. Зокрема, на варіантах з міжряддями 35 см, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га, вміст крохмалю в зерні гібридів Флагг і Сват у середньому за три роки зменшувався на 0,6 і 0,9 %, тоді як на варіантах з міжряддями 70 см – на 2,4 і 2,2 % відповідно (табл. 4.20).

Таблиця 4.20

Вміст крохмалю в зерні гібридів сорго зернового (чисельник, %) та його збір з гектара (знаменник, т/га) за різних варіантів поєднання норми висіву та міжрядь у середньому за 2019–2021 рр.

Гібрид (чинник А)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Ширина міжрядь, см (чинник В)		Середнє
		35	70	
Флагг	100	74,6/2,85	74,1/2,69	74,4/2,77
	140	74,5/3,86	73,8/3,49	74,2/3,68
	180	74,1/4,65	73,2/3,83	73,7/4,24
	220	74,0/4,79	71,7/3,57	72,9/4,18
Сват	100	70,5/2,17	70,1/2,01	70,3/2,09
	140	70,4/2,89	69,8/2,63	70,1/2,76
	180	70,1/3,56	69,2/3,09	69,7/3,33
	220	69,6/3,61	67,9/3,02	68,8/3,32
Середнє по гібридах	Флагг	74,3/4,04	73,2/3,40	73,8/3,72
	Сват	70,2/3,06	69,3/2,69	69,8/2,88
Середнє по нормах висіву	100	72,6/2,51	72,1/2,35	72,4/2,43
	140	72,5/3,38	71,8/3,06	72,2/3,22
	180	72,1/4,11	71,2/3,46	71,7/3,79
	220	71,8/4,20	69,8/3,30	70,8/3,75
Середнє		72,3/3,55	71,2/3,04	71,8/3,30

Вплив досліджуваних варіантів міжрядь на вміст крохмалю в зерні більшою мірою проявлявся на варіантах з більшою нормою висіву. Зокрема, у середньому по роках і гібридах, на варіантах з нормою висіву насіння 100 тис. шт./га, вміст крохмалю в зерні з розширенням міжрядь від 35 до 70 см зменшувався лише на 0,5 %, тоді як на варіантах з висівом 220 тис. шт./га – на 2,0 %.

Серед досліджуваних чинників найбільший вплив чинили особливості гібридів, які характеризуються різним вмістом крохмалю у зерні. Зокрема, у середньому за роками, нормами висіву та шириною міжрядь, різниця за вмістом крохмалю в зерні досліджуваних гібридів сорго становила 4,0 %. Вміст крохмалю вищим був у середньораннього гібриду Флагг – 73,8 %.

Погоді умов також впливали на вміст крохмалю в зерні. Вищим він був у більш сприятливих погодних умовах 2019 і 2021 рр. – 72,2 і 72,1 % відповідно (у 2020 р. – 70,9 %) (дод. В.2). Вміст сирого протеїну в зерні в ці роки навпаки, був меншим – 10,98 і 11,19 % відповідно, проти 11,32 % – у 2020 р.

У другому досліді більший вплив на мінливість вмісту крохмалю в зерні також чинили особливості гібридів. Так, вміст крохмалю в зерні різних гібридів варіював у межах від 66,5 до 74,3 %, тоді як за впливу застосування Вегестиму – від 69,5 до 70,3 %. Серед ранньостиглих гібридів вищий вміст крохмалю в зерні мав гібрид Сват – 69,7 %. Серед середньоранніх гібридів вміст крохмалю вищим був у зерні гібриду Флагг – 74,3 %, проти 69,2 % – у гібриду Сват (табл. 4.21).

Таблиця 4.21

Вміст крохмалю в зерні гібридів сорго зернового (чисельник, %) та його збір з гектара (знаменник, т/га) за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестиму в середньому за 2019–2021 рр.

Варіант застосування Вегестиму	Гібриди (чинник В)				Середнє
	Іггор	Юкі	Сват	Флагг	
1	69,5/3,25	66,3/2,67	69,6/3,03	74,1/3,65	69,9/3,15
4	69,8/3,66	67,1/2,71	69,8/3,52	74,5/4,25	70,3/3,54
5	68,4/3,46	66,1/2,82	69,4/3,34	73,9/3,99	69,5/3,40
6	69,2/3,75	66,5/3,07	69,8/3,66	74,8/4,38	70,1/3,72
Середнє	69,2/3,53	66,5/2,82	69,7/3,39	74,3/4,07	70,0/3,45

Примітка: * – варіанти чинника D: 1 – контроль (сухе насіння); 4 – обробка насіння + позакореневе підживлення Вегестимом на початку виходу в трубку; 5 – обробка насіння + позакореневе підживлення на початку викидання волоті; 6 – обробка насіння + два позакореневі підживлення Вегестимом на початку фази виходу в трубку та викидання волоті.

Варіанти застосування Вегестиму значного впливу на мінливість крохмалю в зерні сорго зернового не чинили. Спостерігалася лише тенденція збільшення його вмісту на варіантах проведення двох внесень Вегестиму, а також у варіанті одноразового внесення на початку фази виходу в трубку.

В роки досліджень вплив чинника *D* був різний. Так, у 2019 і 2020 рр., застосування Вегестиму сприяло зростанню вмісту крохмалю в зерні на 0,5–1,0 %, в 2021 р. навпаки, його вміст зменшувався на 0,5–1,0 % (дод. Б.4). На відміну від застосування різних варіантів стимулятора росту Вегестиму, різниця за вмістом крохмалю між гібридами за роками досліджень була стабільною.

У першому досліді розбіжність між показниками збору крохмалю з одного гектара за впливу норми висіву насіння була дещо меншою, ніж між показниками врожайності зерна оскільки між урожайністю зерна і вмістом у ньому крохмалю мав місце зворотній кореляційний зв'язок. Так, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га, врожайність зерна сорго в середньому зростала на 60,0 %, тоді як збір крохмалю з гектара – на 54,3 % (див. табл. 4.20).

Приріст збору крохмалю з гектара, за умови підвищення норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га значно меншим був на варіантах з міжряддями 70 см, що зумовлено як меншим приростом урожайності, так і більш помітним зниженням вмісту крохмалю в зерні. Так, у середньому за роками і гібридами сорго, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га, збір крохмалю на варіантах з міжряддями 35 см збільшувався на 67,4 % (на 1,69 т/га), тоді як на варіантах із міжряддями 70 см – лише на 40,4 % або 0,95 т/га.

Різниця між збором крохмалю гібридів Сват Флагг була вищою, ніж за врожайністю та вмістом крохмалю в зерні, оскільки і врожайність і вміст у зерні крохмалю вищими були в гібриду Флагг. Так, збір крохмалю з гектара посівів гібриду Флагг у середньому склав 3,72 т/га, що на 30 % більше, ніж у гібриду Сват. Збір крохмалю вищий був на варіантах з міжряддям 35 см, оскільки вони забезпечували як вищу врожайність, так і більший вміст крохмалю в зерні.

У цілому по досліді, найбільший збір крохмалю з гектара був у посівах гібриду Флагг з міжряддями 35 см і нормою висіву насіння 220 тис. шт./га – 4,79 т/га. Разом з тим, зниження норми висіву насіння до 180 тис. шт./га не призводило до істотного зниження показника.

У другому досліді найвищий збір крохмалю – 4,38 т/га, був на посівах гібриду Флагг у варіанті двох позакореневих підживлень Вегестимом. Серед

варіантів одноразових підживлень перевагу мав четвертий варіант. Перевага за збором крохмалю в цьому варіанті зумовлена насамперед вищою врожайністю, оскільки вміст крохмалю в зерні істотно не змінювався.

Серед ранньостиглих гібридів перевагу як за врожайністю, так і за збором крохмалю з одного гектара мав гібрид Сват. Зокрема, збір крохмалю з одного гектара цього гібриду в середньому становив 3,39 т/а, що на 20,0 % вище, ніж у гібриду Юкі. Перевага за збором крохмалю на посівах гібриду Сват зумовлена як його вищою врожайністю, так і більшим умістом крохмалю в зерні.

Висновки до розділу 4

1. Кількість волотей головних стебел сорго найбільшою була на варіантах з нормою висіву насіння 220 тис. шт./га. У середньому за іншими чинниками, їх кількість з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га зростала більш ніж у двічі – з 49,1 до 107,3 тис. шт./га. Кількість волотей бічних стебел зазнавала значно менших змін за впливу норми висіву, крім того, напрям цього зв'язку змінювався. Зокрема, з її підвищенням від 100 до 180 тис. шт./га, кількість волотей бічної системи стебел зростала на 24,5 тис. шт./га (59 %), а від 180 до 220 тис. шт./га – навпаки, зменшувалася більш ніж на 8,0 тис. шт./га (14 %).

2. Впливу міжрядь на мінливість кількості волотей головних стебел фактично не було, однак кількість волотей бічних стебел сорго зазнавала істотних змін за впливу цього чинника. Так, за ширини міжрядь 35 см, кількість волотей бічних стебел у середньому становила 58,5 тис. шт./га, тоді як на варіантах з міжряддями 70 см – 51,5 тис. шт./га.

3. Найбільша маса зерна з головної волоті сорго формувалася на варіантах з міжряддями 35 см і нормою висіву насіння 100 тис. шт./га. У середньому за три роки, в гібридів сорго Сват і Флагг вона становила 41,5 і 48,6 г відповідно. Маса зерна з волоті бічних стебел найбільшою також була на цих варіантах. З підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га, середня маса зерна з бічної волоті сорго гібридів Сват і Флагг на варіантах з міжряддями 70 см зменшувалася на 18 і 31 % відповідно, а з міжряддями 35 см – на 8 і 10 %.

4. Загальна біологічна врожайність гібридів сорго найвищою була на варіантах поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см. На посівах ранньостиглого гібрида Сват вона становила 5,96 т/га, середньораннього гібрида Флагг – 7,46 т/га. Разом з тим, вона статистично не відрізнялася від показника отриманого на варіантах із нормою висіву насіння 180 тис. шт./га.

5. Найбільша кількість волотей головних стебел всіх гібридів сорго була у варіанті передпосівної обробки насіння та двох підживлень Вегестимом у фази виходу в трубку та викидання волоті. На посівах гібридів Іггор, Юкі, Сват і Флагг вона становила 90,8, 89,5, 95,7 і 94,9 тис. шт./га. Кількість волотей бічних стебел рослин сорго найбільшою також була у цьому варіанті. У середньому за три роки у гібридів сорго Іггор, Юкі, Сват і Флагг вона становила 63,3, 54,7, 61,1 і 68,9 тис. шт./га, що на 11,2, 11,4, 12,7 і 13,7 % відповідно вище, ніж на контролі.

6. Кількість зерен у волоті головного стебла досліджуваних гібридів сорго найбільшою була у варіанті передпосівної обробки і двох підживлень посівів на початку трубкування та викидання волоті. У гібридів Іггор, Юкі, Сват і Флагг вона становила 1409 шт., 1506, 1984 і 1476 шт. відповідно. Кількість зерен у волоті бічних стебел більшою була також у цьому варіанті.

7. Найвищу біологічну врожайність зерна 6,6 т/га, формував середньоранній гібрид французької селекції Флагг у варіанті передпосівної обробки насіння і двох позакореневих підживлень стимулятором Вегестимом. Серед ранньостиглих гібридів істотно вищу біологічну врожайність зерна з волотей головних і бічних стебел у варіанті проведення передпосівної обробки насіння і двох підживлень стимулятором росту Вегестимом формував вітчизняний гібрид Сват – 5,86 т/га.

8. Найвища врожайність зерна гібридів сорго формувалася на варіантах поєднання норми висіву 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см. У середньому за три роки, врожайність зерна гібридів Флагг і Сват у цьому варіанті становила 6,47 і 5,19 т/га. Разом з тим, вона істотно не відрізнялася від урожайності у варіанті поєднання норми висіву насіння 180 тис. шт./га з міжряддями 35 см.

9. У другому досліді найвища врожайність зерна гібридів сорго Сват, Юкі, Іггор і Флагг – 5,24 т/га, 4,61, 5,42 і 5,86 т/га відповідно, формувалася у варіанті

передпосівної обробки насіння і двох позакореневих підживлень Вегестимом. Лише на посівах гібриду Юкі, вона істотно не відрізнялася від варіанту з підживлення Вегестимом на початку трубкування – 4,61 і 4,53 т/га відповідно.

10. Найвищий збір сирого протеїну, як і найвищу врожайність зерна, відмічено на посівах середньостиглого гібриду Флагг у варіантах поєднання норми висіву 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см. Разом з тим, порівняно з варіантом з меншою нормою висіву – 180 тис. шт./га, збір сирого протеїну з гектара збільшувався менше ніж на 3,0 %, що свідчить про недоцільність підвищення норми висіву насіння понад 180 тис. шт./га.

11. У другому досліді, найвищий збір сирого протеїну з гектара в середньому за три роки – 0,71 т/га, зафіксовано на посівах гібриду сорго Іггор у варіанті передпосівної обробки насіння і двох внесень Вегестиму. Серед ранньостиглих гібридів перевагу як за врожайністю зерна, так і за збором сирого протеїну з гектара мав гібрид Сват при цьому, вміст сирого протеїну в зерні у нього був менший, ніж у гібриду Юкі – 11,43 і 12,06 % відповідно.

12. Збір крохмалю з гектара найбільшим був на посівах гібриду Флагг з міжряддями 35 см і нормою висіву насіння 220 тис. шт./га – 4,79 т/га. Разом з тим, зменшення норми висіву насіння до 180 тис. шт./га не призводило до істотного зниження показника.

13. У другому досліді найвищий збір крохмалю – 4,38 т/га, відмічено на посівах гібриду Флагг у варіанті передпосівної обробки насіння і двох позакореневих підживлень Вегестимом. Серед ранньостиглих гібридів перевагу як за врожайністю, так і за збором крохмалю з гектара мав гібрид Сват. Збір крохмалю з одного гектара цього гібриду в середньому становив 3,4 т/га, що на 20 % вище, ніж у гібриду Юкі. Перевага за збором крохмалю на посівах гібриду Сват зумовлена як його вищою врожайністю, так і більшим умістом крохмалю в зерні.

Результати досліджень вміщено у відповідних публікаціях [25, 121, 122, 165].

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ ВАРІАНТІВ ДОСЛІДЖУВАНИХ ЧИННИКІВ

5.1. Економічна ефективність досліджуваних варіантів складових технологій вирощування сорго зернового

Проведення розрахунків економічної ефективності застосування певних варіантів технологій вирощування є обов'язковою складовою досліджень, особливо в сьогоднішній період стрімкого росту цін на засоби виробництва – паливно-мастильні матеріали, добрива, пестициди тощо.

Підвищення врожайності передбачає додаткові економічні витрати тож, важливо порівняти щонайменше вартість додаткової продукції і витрати на її отримання. Часто навіть істотний приріст урожайності від впровадження певного варіанта не може бути підставою для його рекомендації виробництву, оскільки економічно він може бути не виправданим через те, що приріст вартості не перекриває додаткові витрати. Без доведення економічної ефективності запропонованих варіантів складових елементів технологій вирощування, жоден виробничник не буде витрачати додаткові кошти на їх впровадження [99, 149].

У проведених дослідженнях визначали найбільш важливі показники економічної ефективності вирощування, а саме: виробничі витрати у грн/га; вартість врожаю у грн/га; прибуток у грн/га; собівартість у грн/т і рентабельність у %. Виробничі витрати розраховували на основі розроблених технологічних карт вирощування за цінами, що склалися на кінець 2022 року.

У першому досліді найкращі показники економічної ефективності вирощування обох гібридів отримали на варіантах поєднання норми висіву 220 тис. нас./га з міжряддями 35 см. Зокрема, прибуток, собівартість і рентабельність у цьому варіанті на посівах сорго гібридів Сват і Флагг становили 8205 грн/га, 3919 грн/т, 40,3 % та 14951 грн/га, 3189 грн/т і 72,5 % відповідно (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Економічна ефективність вирощування гібридів сорго зернового різних груп стиглості залежно від норми висіву насіння та ширини міжрядь (середнє за 2019–2021 рр.)

Ширина міжрядь, см	Гібрид	Норма висіву насіння, тис. шт./га	Урожайність, т/га	Витрати, грн/га	Вартість врожаю, грн/га	Прибуток, грн/га	Собівартість 1 т, грн.	Рентабельність, %
35	Сват	100	3,08	19650	16940	-2710	6380	–
		140	4,10	19880	22550	2670	4849	13,4
		180	5,07	20110	27885	7775	3966	38,7
		220	5,19	20340	28545	8205	3919	40,3
	Флагг	100	3,82	19785	21010	1225	5179	6,2
		140	5,18	20068	28490	8422	3874	42,0
		180	6,28	20351	34540	14189	3241	69,7
		220	6,47	20634	35585	14951	3189	72,5
45	Сват	100	3,05	19650	16775	-2875	6443	–
		140	4,06	19880	22330	2450	4897	12,3
		180	4,91	20110	27005	6895	4096	34,3
		220	5,01	20340	27555	7215	4060	35,5
	Флагг	100	3,75	19785	20625	840	5276	4,2
		140	5,05	20068	27775	7707	3974	38,4
		180	6,13	20351	33715	13364	3320	65,7
		220	6,25	20634	34375	13741	3301	66,6
70	Сват	100	2,87	19650	15785	-3865	6847	–
		140	3,77	19880	20735	855	5273	4,3
		180	4,47	20110	24585	4475	4499	22,3
		220	4,45	20340	24475	4135	4571	20,3
	Флагг	100	3,36	19785	18480	-1305	5888	–
		140	4,73	20068	26015	5947	4243	29,6
		180	5,23	20351	28765	8414	3891	41,3
		220	4,98	20634	27390	6756	4143	32,7

На варіантах з міжряддями 45 см прибуток і рентабельність обох гібридів сорго найвищими були також за норми висіву насіння 220 тис. шт./га, проте різниця порівняно з нормою висіву 180 тис. нас./га була значно меншою, ніж у

варіанті з міжряддями 35 см. Зокрема, на варіантах норм висіву насіння 180 і 220 тис. шт./га у сполученні з міжряддями 45 см, різниця між рівнем рентабельності на посівах гібридів Сват і Флагг становила лише 1,2 і 0,9 % відповідно, а між собівартістю 36 і 19 грн/т відповідно.

На варіантах з міжряддями 70 см, показники економічної ефективності обох гібридів були вищими за норми висіву насіння 180 тис. шт./га. Перевага цього варіанта значно вищою була на посівах гібриду Флагг. Так, прибуток порівняно з нормою висіву насіння 220 тис. шт./га, на посівах гібриду Флагг був вищий на 1658 грн/га, тоді як на посівах гібриду Сват – на 340 грн/га, рентабельність була вищою майже на 9 %, тоді як на посівах гібриду Сват лише на 2 %.

Застосування Вегестиму не передбачає значних додаткових витрат як для передпосівної обробки насіння, так і для позакореневого внесення, оскільки дози внесення препарату невисокі – 250 мл/т для обробки насіння і 50 мл/га в позакореневе внесення, а його застосування поєднується з одночасним внесенням ЗЗР тож, не передбачає додаткових витрат. Поряд з цим, застосування Вегестиму забезпечує підвищення врожайності зерна, за рахунок чого спостерігається значне підвищення показників економічної ефективності вирощування.

Найвищий прибуток, рентабельність і найменша собівартість вирощування гібридів сорго були у варіанті проведення обробки насіння і двох позакорневих підживлень посівів на початку фази виходу в трубку та викидання волоті (31–32 і 51–52 мікрофази за шкалою ВВСН) (табл. 5.2).

Близькі до цього варіанту економічні показники були у варіанті проведення одного позакореневого підживлення на початку фази трубкування. Підживлення у цю фазу як з агрономічної, так і з економічної точки зору мало вищу ефективність порівняно з більш пізньою фазою – початку викидання волоті. Тож, у сприятливі роки, або якщо не планується вносити пестициди чи мінеральні добрива під час фази викидання волоті, окремо вносити стимулятор росту Вегестим не доцільно оскільки приріст урожайності може не перекрити додаткові витрати. Таким чином, достатньо внести Вегестим на початку виходу рослин у трубку.

Таблиця 5.2

Економічна ефективність вирощування гібридів сорго зернового різних груп стиглості за впливу різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестиму (середнє за 2019–2021 рр.)

Гібриди	Варіанти застосування Вегестиму	Урожайність, т/га	Витрати, грн/га	Вартість врожаю, грн/га	Прибуток, грн/га	Собівартість 1 т, грн.	Рентабельність, %
Іггор	1*	4,68	20350	25740	5390	4348	26,5
	2	4,75	20350	26125	5775	4284	28,4
	3	4,98	20420	27390	6970	4100	34,1
	4	5,25	20570	28875	8305	3918	40,3
	5	5,06	20570	27830	7260	4065	35,3
	6	5,42	20720	29810	9090	3823	43,9
Юкі	1	4,02	20137	22110	1973	5009	9,8
	2	4,04	20137	22220	2083	4984	10,3
	3	4,28	20207	23540	3333	4721	16,5
	4	4,53	20357	24915	4558	4494	22,4
	5	4,27	20357	23485	3128	4767	15,4
	6	4,61	20507	25355	4848	4448	23,6
Сват (к)	1	4,36	19763	23980	4217	4533	21,3
	2	4,39	19763	24145	4382	4502	22,2
	3	4,69	19833	25795	5962	4229	30,1
	4	5,04	19983	27720	7737	3965	38,7
	5	4,81	19983	26455	6472	4154	32,4
	6	5,24	20133	28820	8687	3842	43,1
Флагг	1	4,93	20350	27115	6765	4128	33,2
	2	4,99	20350	27445	7095	4078	34,9
	3	5,31	20420	29205	8785	3846	43,0
	4	5,70	20570	31350	10780	3609	52,4
	5	5,40	20570	29700	9130	3809	44,4
	6	5,86	20720	32230	11510	3536	55,6

Примітка: * – варіанти застосування стимулятора росту Вегестиму: 1 – контроль (сухе насіння); 2 – насіння оброблене водою; 3 – обробка насіння Вегестимом; 4 – обробка насіння + підживлення Вегестимом на початку виходу в трубку; 5 – обробка насіння + підживлення на початку викидання волоті; 6 – обробка насіння + два підживлення Вегестимом на початку фаз виходу в трубку та викидання волоті.

У цілому по досліді, найвищі показники економічної ефективності відмічені на посівах середньостиглого гібриду Флагг на четвертому та шостому варіантах застосування Вегестиму. Прибуток у цих варіантах становив 10780 і 11510 грн/га, а рентабельність – 52,4 і 55,6 % відповідно.

Серед ранньостиглих гібридів перевагу за економічною ефективністю мав гібрид вітчизняної селекції Сват, що зумовлено його вищою врожайністю і меншими витратами на вирощування. Так, на варіантах проведення двох внесень Вегестиму, прибуток і рівень рентабельності на посівах гібриду Сват становили 8687 грн/га і 43,1 %, тоді як у гібриду Юкі – лише 4848 грн/га і 23,6 %.

Таким чином, як з агрономічної, так і з економічної точок зору, кращими для вирощування в Північно-східному Степу України серед середньостиглих гібридів є гібрид французької селекції Флагг, а серед ранньостиглих – вітчизняний гібрид Сват. Як за врожайністю зерна, так і за економічною ефективністю, ці гібриди були на порядок вищими порівняно з іншими.

5.2. Біоенергетична оцінка застосування варіантів досліджуваних чинників при вирощуванні гібридів сорго зернового різних груп стиглості

Економічні показники є досить не стабільними і залежать від зміни цін на засоби виробництва і вироблену продукцію. Тож, враховуючи коливання цін, досить часто економічна перевага певних варіантів на теперішній час може бути не підтверджена в інший період, наприклад коли зросли ціни на паливно-мастильні матеріали, добрива або засоби захисту рослин і, незначна прибавка врожайності може вже не покрити додаткові витрати.

Біоенергетичні показники визначаються вкладеною у виробництво та акумульованою врожаєм енергією і не залежать від кон'юнктури ринку. Враховуючи це, важливо проводити визначення біоенергетичних показників вирощування продукції рослинництва, аби дати об'єктивну оцінку порівнюваним варіантам. Саме тому, нами було розраховані показники біоенергетичної ефективності вирощування сорго на всіх варіантах обох дослідів.

Біоенергетична оцінка базується, з одного боку на: розрахунках прямих енергетичних витрат (пальне, електроенергія тощо); витрат, що пішли на виробництво, перевезення та внесення добрив, пестицидів; витратах на енергоємність агрегатів; витратах людської праці, а з іншого боку – на сумарному вмісті енергії у вирощеному врожаю, який розраховується на основі величин енергетичної оцінки одиниці продукції [22, 132].

У першому досліді найвищі показники біоенергетичної ефективності вирощування відмічені на посівах гібриду Флагг у варіантах поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см. Коефіцієнт біоенергетичної ефективності (*K_{ee}*) у цьому варіанті становив 2,61, собівартість – 5,80 ГДж/га (табл. 5.3). Зменшення норми висіву насіння до 180 тис. шт./га призводило до зниження врожайності зерна при цьому енергетичні витрати фактично не зменшувалися, як наслідок, *K_{ee}* вирощування знижувався до 2,53 одиниць.

На посівах ранньостиглого гібриду Сват найвищі показники енергетичної ефективності вирощування також були на варіантах поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см. Біоенергетична собівартість у цьому варіанті становила 7,22 ГДж/га, а *K_{ee}* – 2,10 одиниць. Зниження норми висіву насіння до 180 тис. шт./га також призводило до погіршення показників біоенергетичної ефективності вирощування.

Варіанти з міжряддями 45 см за показниками енергетичної ефективності вирощування поступалися міжряддям 35 см. Відмічена тенденція спостерігалася на посівах обох гібридів за всіх норм висіву. За цих міжрядь (45 см) вищі показники біоенергетичної ефективності вирощування також відмічені на варіантах з найбільшою нормою висіву насіння 220 тис. шт./га, однак різниця порівняно з нормою висіву 180 тис. шт./га була меншою.

На варіантах з міжряддями 70 см, вищі показники енергетичної собівартості та *K_{ee}* на посівах гібридів Сват і Флагг – 8,38 ГДж/га і 1,81 та 7,17 ГДж/га і 2,11 одиниць, відмічено на варіантах з нормою висіву насіння 180 тис. шт./га. Перевага цієї норми висіву більш очевидною була на посівах гібриду сорго Флагг.

Таблиця 5.3

Біоенергетична оцінка вирощування гібридів сорго зернового різних груп стиглості залежно від поєднання різних норм висіву та ширини міжрядь (середнє за 2019–2021 рр.)

Ширина міжрядь, см	Гібрид	Норма висіву насіння, тис. шт./га	Урожайність, т/га	Акумулятована врожаєм енергія, ГДж/га	Витрати енергії, ГДж/га	<i>K_{ee}</i>	Енергетична собівартість, ГДж/т
35	Сват	100	3,08	46,63	37,45	1,25	12,16
		140	4,10	62,07	37,46	1,66	9,14
		180	5,07	76,76	37,47	2,05	7,39
		220	5,19	78,58	37,48	2,10	7,22
	Флагг	100	3,82	57,83	37,47	1,54	9,81
		140	5,18	78,43	37,49	2,09	7,24
		180	6,28	95,08	37,51	2,53	5,97
		220	6,47	97,96	37,53	2,61	5,80
45	Сват	100	3,05	46,18	37,44	1,23	12,3
		140	4,06	61,47	37,45	1,64	9,22
		180	4,91	74,34	37,46	1,68	7,63
		220	5,01	75,85	37,47	2,02	7,48
	Флагг	100	3,75	56,78	37,46	1,52	9,99
		140	5,05	76,46	37,48	2,04	7,42
		180	6,13	92,81	37,50	2,47	6,12
		220	6,25	94,63	37,52	2,52	6,00
70	Сват	100	2,87	43,45	37,43	1,16	13,0
		140	3,77	57,08	37,44	1,52	9,93
		180	4,47	67,68	37,45	1,81	8,38
		220	4,45	67,37	37,46	1,80	8,41
	Флагг	100	3,36	50,87	37,45	1,36	11,15
		140	4,73	71,61	37,47	1,91	7,92
		180	5,23	79,18	37,49	2,11	7,17
		220	4,98	75,40	37,51	2,01	7,53

У другому досліді, за рахунок найвищих показників акумулятованої врожаєм енергії за майже рівнозначних витрат, з точки зору енергетичної ефективності кращим був варіант комплексного застосування стимулятора росту Вегестиму – для обробки насіння та двох позакоренових підживлень (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

Біоенергетична оцінка вирощування гібридів сорго зернового різних груп стиглості за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестиму (середнє за 2019–2021 рр.)

Гібриди	Варіанти застосування Вегестиму	Урожайність, т/га	Акумульована енергія, ГДж/га	Витрати енергії, ГДж/га	<i>K_{ee}</i>	Енергетична собівартість, ГДж/т
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Іггор	1*	4,68	70,86	39,65	1,79	8,47
	2	4,75	71,92	39,67	1,81	8,35
	3	4,98	75,40	39,68	1,90	7,97
	4	5,25	79,49	39,78	2,00	7,58
	5	5,06	76,61	39,78	1,93	7,86
	6	5,42	82,06	39,88	2,06	7,36
Юкі	1	4,02	60,86	39,00	1,56	9,70
	2	4,04	61,17	39,02	1,57	9,66
	3	4,28	64,80	39,03	1,66	9,12
	4	4,53	68,58	39,13	1,75	8,64
	5	4,27	64,65	39,13	1,65	9,16
	6	4,61	69,80	39,23	1,78	8,51
Сват (κ)	1	4,36	66,01	38,35	1,72	8,80
	2	4,39	66,46	38,37	1,73	8,74
	3	4,69	71,01	38,38	1,85	8,18
	4	5,04	76,31	38,48	1,98	7,63
	5	4,81	72,82	38,48	1,89	8,00
	6	5,24	79,33	38,58	2,06	7,36
Флагг	1	4,93	74,64	39,65	1,88	8,04
	2	4,99	75,55	39,67	1,90	7,95
	3	5,31	80,39	39,68	2,03	7,47
	4	5,70	86,30	39,78	2,17	6,98
	5	5,40	81,76	39,78	2,06	7,37
	6	5,86	88,72	39,88	2,22	6,81

Примітка: * – варіанти застосування Вегестиму: 1 – контроль (сухе насіння); 2 – насіння оброблене водою; 3 – обробка насіння; 4 – обробка насіння + підживлення на початку трубкування; 5 – обробка насіння + підживлення на початку викидання волоті; 6 – обробка насіння + два підживлення на початку фаз виходу в трубку і викидання волоті.

Комплексне застосування Вегестиму, враховуючи його низькі дози внесення та можливість застосування разом з пестицидами, не передбачає значних додаткових витрат енергії, у то же час, за рахунок значного підвищення врожайності, вихід енергії акумульованої врожаєм був значно вищий порівняно з обома контролями та з варіантом де лише проводили передпосівну обробку насіння цим препаратом. Саме тому, К_е у цих варіантах був найвищий у досліді. Так, у варіанті проведення обробки насіння та двох позакоренових підживлень Вегестимом на посівах гібридів сорго Іггор, Юкі, Сват і Флагг він становив 2,06, 1,78, 2,06 і 2,22, тоді як у варіанті де проводили лише обробку насіння цим препаратом – 1,90, 1,66, 1,85 і 2,03 відповідно.

Серед варіантів разових позакоренових внесень Вегестиму, за показниками К_е та енергетичної собівартості кращим було підживлення на початку виходу в трубку. Так, К_е у цьому варіанті на посівах гібридів Іггор, Юкі, Сват і Флагг становив 2,00, 1,75, 1,98 і 2,17, а у варіанті позакоренового підживлення на початку викидання волоті – 1,93, 1,65, 1,89 і 2,06 відповідно.

У варіантах одноразового підживлення Вегестимом на початку виходу в трубку, показники енергетичної ефективності поступалися показникам у варіантах проведення двох підживлень, водночас різниця була в межах 2–4 %. У сприятливому 2021 р. взагалі, за показниками енергетичної ефективності різниці між цими варіантами не було. Виходячи з цього, вищі показники енергетичної ефективності у варіанті двох підживлень можна отримати лише у випадку коли друге внесення препарату поєднувати з внесенням добрив або пестицидів. У разі, коли обробка посівів у цій фазі не планується, енергетична ефективність другого позакоренового внесення не матиме переваги з варіантом одноразового внесення.

Серед досліджуваних гібридів вищі показники біоенергетичної ефективності вирощування забезпечував середньоранній гібрид Флагг. Коефіцієнт енергетичної ефективності та біоенергетична собівартість вирощування цього гібриду в середньому по роках і варіантах застосування стимулятора росту Вегестиму становив 2,05 і 7,40 ГДж/т відповідно, тоді у другого середньостиглого гібриду (Іггор) – лише 1,91 і 7,92 ГДж/т відповідно.

Серед ранньостиглих гібридів з точки зору енергетичної ефективності кращим був гібрид Сват. За рахунок більшої енергії акумульованої врожаєм і дещо менших енергетичних витрат, *K_{ee}* у цього гібриду в середньому за роками і варіантами застосування стимулятора росту Вегестиму був на 6 % вищим ніж у гібриду Юкі, а біоенергетична собівартість майже на 10,0 % меншою.

Висновки до розділу 5

1. З економічної точки зору кращим був варіант поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см. Прибуток, собівартість і рентабельність вирощування у цьому варіанті на посівах сорго гібридів Сват і Флагг становили 8205 грн/га, 3919 грн/т, 40,3 % та 14951 грн/га, 3189 грн/т і 72,5 % відповідно. На варіантах з міжряддями 45 см прибуток і рентабельність обох гібридів сорго найвищими були також за висіву 220 тис. шт./га, проте різниця порівняно з нормою висіву 180 тис. шт./га була значно меншою.

2. У другому досліді, вищі показники економічної ефективності відмічені на посівах гібриду Флагг у четвертому і шостому варіантах застосування Вегестиму. Прибуток у цих варіантах становив 10780 і 11510 грн/га, а рентабельність – 52,4 і 55,6 % відповідно. Дворазове підживлення виправдовує себе в менш сприятливих погодних умовах, що склалися в 2020 році. У 2021 р. проведення другого підживлення на початку викидання волоті з економічної точки зору було недоцільне. Серед ранньостиглих гібридів перевагу за економічною ефективністю вирощування мав гібрид Сват. Так, на варіантах проведення двох внесень Вегестиму, прибуток і рівень рентабельності на посівах цього гібриду становили 8687 грн/га і 43,1 %, тоді як на посівах гібриду Юкі лише 4848 грн/га і 23,6 %.

3. З точки зору біоенергетичної ефективності в першому досліді кращим був варіант поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см. Коефіцієнт енергетичної ефективності у цьому варіанті на посівах гібридів Флагг і Сват становив 2,61 і 2,10, енергетична собівартість – 5,80 і 7,22 ГДж/га відповідно. На варіантах з міжряддями 45 см найвищі показники біоенергетичної ефективності вирощування також відмічені на варіантах з найбільшою нормою

висіву насіння 220 тис. шт./га, однак різниця порівняно з нормою висіву насіння 180 тис. шт./га була значно меншою.

4. У другому досліді, за рахунок найвищих показників акумульованої врожаєм енергії за майже рівнозначних витрат, з біоенергетичної точки зору кращим був варіант комплексного застосування стимулятора Вегестиму – для обробки насіння та двох позакореневих підживлень. Коефіцієнт енергетичної ефективності у цьому варіанті в гібридів сорго Іггор, Юкі, Сват і Флагг становив 2,06, 1,78, 2,06 і 2,22, тоді як у варіанті де проводили лише обробку насіння цим препаратом – 1,90, 1,66, 1,85 і 2,03 відповідно.

5. Позакореневе підживлення на початку фази виходу в трубку за енергетичною ефективністю було кращим порівняно з більш пізнім періодом – на початку викидання волоті. У цьому варіанті показники енергетичної ефективності поступалися показникам отриманим у варіантах проведення двох підживлень, водночас різниця була лише в межах 2–4 %. У 2021 р. за енергетичною ефективністю різниці між цими варіантами взагалі не було. Виходячи з цього, вищі показники біоенергетичної ефективності у варіанті двох підживлень можна отримати лише у випадку коли друге внесення препарату поєднувати з внесенням добрив або пестицидів. У разі, коли обробка посівів у цій фазі не планується, енергетична ефективність другого підживлення, за рахунок збільшення енергетичних витрат, може не забезпечити очікуваний результат.

6. Найвищі показники біоенергетичної ефективності вирощування відмічено в гібриду Флагг. Коефіцієнт енергетичної ефективності та біоенергетична собівартість його вирощування в середньому по роках і варіантах застосування Вегестиму становив 2,05 і 7,40 ГДж/т відповідно, тоді у середньостиглого гібриду Іггор – лише 1,91 і 7,92 ГДж/т відповідно. Серед ранньостиглих гібридів за показниками енергетичної ефективності перевагу мав вітчизняний гібрид Сват. За рахунок більшої енергії акумульованої врожаєм і менших біоенергетичних витрат, *K_{ee}* у цього гібриду в середньому за роками і варіантами застосування Вегестиму був на 6,0 % вищим, ніж в американського гібриду Юкі, а біоенергетична собівартість майже на 10,0 % меншою.

ВИСНОВКИ

Дослідження з визначення впливу різних варіантів поєднання норми висіву, міжрядь і застосування стимулятора Вегестиму для обробки насіння та позакореневих підживлень посівів гібридів сорго зернового різних груп стиглості в умовах Північно-Східного Степу України, дозволили сформулювати такі висновки:

1. Встановлено тенденцію підвищення збереженості рослин сорго за умови зниження норми висіву та звуження міжрядь. У гібридів сорго Флагг і Сват найвищою вона була на варіантах поєднання норми висіву насіння 100 тис. шт./га з міжряддями 35 см – 65,7 і 65,8 % відповідно. Різниці між збереженістю рослин на варіантах з міжряддями 35 і 45 см фактично не було.

2. Доведено високу ефективність впливу Вегестиму як на підвищення польової схожості насіння, так і на збереженість рослин. У середньому за роками та гібридами польова схожість насіння у варіанті обробки насіння Вегестимом була на 3,7 і 3,0 % вищою, ніж на першому і другому контролі. У варіанті обробки насіння і проведення двох підживлень Вегестимом, збереженість рослин порівняно з контролем у середньому зростали на 5,7 і 9,7 % відповідно.

3. Норми висіву і міжряддя впливали на тривалість окремих фенологічних фаз росту та розвитку рослин, а також на загальну тривалість вегетації. Загальною закономірністю було скорочення тривалості міжфазних періодів сходи-кущіння, цвітіння-м'яке зерно і фази виходу в трубку та подовження фази викидання волоті за умови підвищення норми висіву і розширення міжрядь. Істотної зміни тривалості цих періодів не було у межах сполучення варіантів міжрядь 35 і 45 см з нормами висіву насіння 100 і 140 тис. шт./га.

4. Встановлено тенденцію зменшення впливу норми висіву на повітряно-суху масу рослин з одиниці площі по мірі їх росту та розвитку і, навпаки, – збільшення її впливу на повітряно-суху масу однієї рослини від фази кущіння до фази достигання. В усі фази повітряно-суха маса однієї рослини гібридів сорго Сват і Флагг не зазнавала істотних змін у межах поєднання норм висіву насіння від 100 до 180 тис. шт./га з міжряддями 35 см, та варіантів норми висіву насіння

100 і 140 тис. шт./га з міжряддями 45 см. Сівба з міжряддями 70 см, як і підвищення норми висіву до 220 тис. нас./га призводило до значного її зниження.

5. Вплив норми висіву на мінливість індексу листової поверхні (ЛП) сорго від фази кушіння до фази досягання зерна зменшувався, що пов'язано з наростанням конкуренції між рослинами. Так, з її підвищенням від 100 до 220 тис. шт./га, ЛП посівів сорго під час фаз кушіння та виходу в трубку в середньому по гібридам зростав на 91 і 74 % відповідно, тоді як у фазі досягання зерна лише на 52 %. В усі фази росту ЛП найвищим був на варіантах з міжряддями 35 см. З їх розширенням від 35 до 70 см він зменшувався в середньому на 10 %. Площа листя однієї рослини в усі фази найбільшою була у варіантах поєднання норми висіву насіння 100 тис. шт./га з міжряддями 35 і 45 см. Вплив норми висіву на мінливість площі однієї рослини від фази кушіння до фази досягання зростав. Так, під час кушіння, з її підвищенням від 100 до 220 тис. шт./га, площа листя однієї рослини в середньому зменшувалася на 20 %, під час виходу в трубку на 29 % і під час досягання зерна майже на 39 %.

6. Сівба з міжряддями 35 см сприяла формування вищих показників ФПП гібридів сорго. Сумарний ФПП у середньому за нормами висіву на варіантах з міжряддями 35, 45 і 70 см становив 3252,0 тис. м² діб/га, 3107,2 і 2945,4 тис. м² діб/га – у гібриду сорго Сват і 3529,4 тис. м² діб/га, 3353,4 і 3086,8 тис. м² діб/га відповідно – у гібриду Флагг. У цілому по досліді, найвищий сумарний ФПП сорго був у варіанті поєднання норми висіву 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см – 3978,9 тис. м² діб/га у гібрида Сват і 4285,7 тис. м² діб/га – у гібрида Флагг.

7. У середньому за вегетацію ЧПФ найвищою була на варіантах сполучення норм висіву 100 і 140 тис. нас./га з міжряддями 35 і 45 см. Так, на посівах гібридів сорго Сват і Флагг, на цих варіантах вона в середньому становила 3,42–3,46 і 3,69–3,76 г/м²·добу відповідно. Найменшим цей показник був на варіантах поєднання норми висіву 220 тис. нас./га з міжряддями 70 см – 2,99 г/м²·добу в гібриду Сват і 3,20 г/м²·добу – в гібриду Флагг. Істотної різниці між середніми за вегетацію показниками ЧПФ на варіантах з міжряддями 35 і 45 см не було.

8. Кількість волотей головних стебел більших змін зазнавала за впливу норми висіву. З її підвищенням від 100 до 220 тис. шт./га вона зростала більш ніж у двічі – з 49,1 до 107,3 тис. шт./га. Розбіжність кількості бічних волотей була значно меншою, змінювався також і напрямок зв'язку, а саме – з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 180 тис. шт./га їх кількість збільшувалася лише на 58,5 %, а від 180 до 220 тис. шт./га навпаки, – зменшувалася більш ніж на 8,0 тис. шт./га. Впливу міжрядь на мінливість кількості волотей головних стебел фактично не було, однак кількість волотей бічних стебел сорго зазнавала істотних змін за впливу цього чинника. З їх розширенням від 35 до 70 см, кількість волотей бічних стебел у середньому зменшувалася на 7,0 тис. шт./га.

9. Застосування Вегестиму сприяло збільшенню кількості волотей обох систем стебел. Кількість волотей головних стебел найбільшою була у варіанті передпосівної обробки насіння та двох позакоренових підживлень Вегестимом у фази трубкування та викидання волоті. На посівах гібридів Іггор, Юкі, Сват і Флагг вона становила 90,8 тис. шт./га, 89,5, 95,7 і 94,9 тис. шт./га. Серед варіантів одноразових підживлень, кращим був варіант обробки посівів під час фази виходу в трубку. Кількість волотей бічних стебел найбільшою також була у варіанті проведення двох підживлень. У гібридів Іггор, Юкі, Сват і Флагг вона становила 63,3 тис. шт./га, 54,7, 61,1 і 68,9 тис. шт./га відповідно.

10. Кількість і маса зерна з волоті обох систем стебел найвищою була у варіантах поєднання норми висіву насіння 100 тис. шт./га з міжряддями 35 см. Маса зерен з головного стебла гібридів Сват і Флагг у цьому варіанті становила 41,5 і 48,6 г відповідно, з бічного – 32,9 і 41,9 г. Обробка насіння і проведення двох підживлень Вегестимом забезпечувало істотне підвищення маси зерна з волотей головних і бічних стебел всіх досліджуваних гібридів. У цьому варіанті, в гібридів Іггор, Юкі, Сват і Флагг маса зерна з волоті головного стебла становила 43,1 г, 39,3, 41,4 і 43,4 г, з бічного – 34,2 г, 29,8, 30,9 і 35,9 г відповідно.

11. Загальна біологічна врожайність зерна гібридів сорго Сват і Флагг найвищою була у варіанті поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см – 5,96 і 7,46 т/га відповідно водночас, ці показники істотно не

відрізнялися від варіантів з нормою висіву насіння 180 тис. шт./га. Крім того, біологічна врожайність зерна бічної системи стебел цих гібридів найвищою була за висіву 180 тис. шт./га – 2,23 і 3,08 т/га відповідно. У другому досліді найвищу загальну біологічну врожайність зерна отримали у варіанті обробки насіння та двох підживлень Вегестимом – 6,62 т/га в гібриду Флагг і 5,86 т/га в гібриду Сват.

12. Найвищу врожайність зерна гібридів сорго Флагг і Сват отримали за поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см – 6,47 і 5,19 т/га відповідно. Разом з тим, їх урожайність у цьому варіанті істотно не відрізнялася від варіанта з нормою висіву насіння 180 тис. шт./га. У другому досліді найвища врожайність зерна гібридів сорго була у варіанті проведення обробки насіння та двох позакореневих підживлень – на початку трубкування та викидання волоті. У середньому за роками врожайність зерна гібридів Сват, Юкі, Іггор і Флагг у цьому варіанті становила 5,24 т/га, 4,61, 5,42 і 5,86 т/га відповідно.

13. Найвищий збір сирого протеїну і крохмалю з гектара, як і найвищу врожайність зерна, забезпечив гібрид Флагг на варіантах поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см. Комплексне застосування Вегестиму для обробки насіння та двох позакореневих підживлень, забезпечувало отримання найбільшого збору протеїну та крохмалю з гектара. Найбільший збір протеїну в цьому варіанті застосування Вегестиму відмічено в гібриду Іггор – 0,714 т/га, а найбільший збір крохмалю в гібриду Флагг – 4,38 т/га.

14. З економічної точки зору кращим був варіант поєднання норми висіву 220 тис. нас./га з міжряддями 35 см. Прибуток і рентабельність вирощування у цьому варіанті на посівах гібриду Сват становили 8205 грн/га і 40,3 %, гібриду Флагг – 14951 грн/га і 72,5 % відповідно. На варіантах з міжряддями 45 см різниці між показниками прибутку і рентабельності за норм висіву насіння 180 і 220 тис. нас./га фактично не було. Біоенергетична ефективність вирощування найвищою була також у варіантах поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см. Коефіцієнт енергетичної ефективності у цьому варіанті на посівах гібридів Флагг і Сват становив 2,61 і 2,10, енергетична собівартість – 5,8 і 7,2 ГДж/га відповідно.

15. Передпосівна обробка насіння та проведення двох позакореневих підживлень Вегестимом, з точки зору економічної ефективності забезпечило кращий результат. Найвищий прибуток (11510 грн/га) і рентабельність (55,6 %) у цьому варіанті були в середньораннього гібриду Флагг. Серед ранньостиглих гібридів перевагу за економічною ефективністю вирощування мав гібрид Сват, що зумовлено його вищою врожайністю і меншими витратами на вирощування.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

У посушливих умовах Північно-східного Степу України для отримання врожайності зерна сорго на рівні 5,5–7,0 т/га виробництву пропонуємо:

– висівати середньоранній гібрид Флагг та ранньостиглий гібрид Сват, а також близькі до них за морфо-біотипом гібриди з нормою висіву насіння 220 тис. шт./га у поєднанні з міжряддями 35 см або з міжряддями 45 см у сполученні з нормою висіву насіння 180 тис. шт./га;

– при вирощуванні сорго зернового застосовувати стимулятор росту Вегестим для передпосівної обробки насіння з розрахунку 250 мл/т та проведення двох позакореневих підживлень на початку фаз трубкування і викидання волоті (31–32 і 51–52 мікрофази за міжнародною шкалою ВВСН) у разовій дозі внесення 50 мг/га. У сприятливі роки достатньо провести одне позакореневе підживлення цим продуктом на початку фази виходу в трубку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Abadi V.A.J.M., Sepehri M. Effect of Piriformospora indica and Azoto-bacter chroococcum on mitigation of zinc deficiency stress in wheat (*Triticum aestivum L.*). *Symbiosis*. 2016. № 69. P. 9–19. DOI: 10.1007/s13199-015-0361-z
2. Abe S., Maryke T., Angeline van B., Nemera G. Genetic variability among sorghum accessions for seed starch and stalk total sugar content, *Sci. Agric.* 2014. P. 03–22. [https:// doi.org/10.1590/0103-9016-2013-0322](https://doi.org/10.1590/0103-9016-2013-0322).
3. Afzal I., Basra S., Shahid M. Physiological enhancements of spring maize (*Zea mays L.*) under cool conditions. *Seed Sci. Technol.* 2008. № 36. P. 497–503.
4. Ahmad Z., Waraich E.A., Tariq R.S. et al. Foliar applied salicylic acid ameliorates water and salt stress by improving gas exchange and photosynthetic pigments in wheat. *Pak. J. Bot.* 2021. № 53. P. 1553–1560. DOI: 10.30848/PJB2021-5(17)
5. Ali S., Charles T.C., Glick B.R. Delay of flower senescence by bacterial endophytes expressing 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase. *J. Appl. Microbiol.* 2012. № 113. P. 1139–1144.
6. Alsaadawi I.S., Dayan F.E. Potentials and prospects of sorghum allelopathy in agroecosystems. *Allelopath. J.* 2009. № 24. P. 255–270.
7. Andrade F., Calvino P., Cirilo A. Yield responses to narrow row depend on increased radiation interception. *Agronomy Journal*, 2002. Vol. 94 (10), P. 113–118.
8. Ashraf M., Foolad M. Pre-sowing seed treatment – A shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. *Adv. Agron.* 2005. № 88, P. 223–271.
9. Asif M., Adnan M., Ehsan Safdar M., Akhtar N. Integrated use of phosphorus and growth stimulant (actibion) improves yield and quality of forage sorghum (*Sorghum bicolor L.*). *Journal of King Saud University*. 2022. Science 34. № 7. P. 22–28. DOI: 10.1016/j.jksus.2022.102236
10. Aydin A., Kant C. Humic acid application alleviate salinity stress of bean (*Phaseolus vulgaris L.*) plants decreasing membrane leakage. *African Journal of Agricultural Research*. 2012. № 7. P. 1073–1086. DOI: 10.5897/ajar10.274

11. Ayub M., Tanveer A., Nadeer M.A., Tayyab M. Fodder yield and quality of sorghum as influenced by different tillage method and seed rates. *Pakistan Journal of Agronomy*. 2003. 2(3), P. 179–184.
12. Basak A. Biostimulators – definitions, classification and legislation. In: Gawronska H, editor. Monographs Series: Biostimulators in Modern Agriculture. General Aspects. Warsaw: Wieś Jutra; 2008. pp. 7–17.
13. Biologische Bundesanstalt für land-und Forstwirtschaft Entwick-lungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen. BBCH-Monograph. Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin – Wien. 1997. 622 p.
14. Bisht T.S., Rawat L., Chakraborty B., Yadav V. A recent advances in use of plant growth regulators in fruit crops A review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2020. № 7(05). P. 1307–1336.
15. Brazales-Cevallos D.K., Romero-Contreras Y.J., Vences-Guzmán M.A. Transcriptional characterization of the biostimulant effect of Moringa oleifera leaf extracts using Arabidopsis thaliana as a model. *S. Afr. J. Bot.* 2022. № 144. P. 250–256.
16. Brown P. Bio-stimulants in agriculture. *Front. Plant Sci.* 2015. №. 6. P. 1–3.
17. Bulgari R., Cocetta G., Trivellini A. Biostimulants and crop responses: A review. *Biological Agriculture and Horticulture*. 2015. P. 31. 1–17. DOI: 10.1080/01448765.2014.964649
18. Caliskan S., Aslan M., Uremis I., Caliskan M.E. The effect of row spacing on yield and yield component of full season and double-cropped soybean. *Turk Journal of Agriculture*, 2007. P. 31147–31154.
19. Calvo P., Nelson L., Kloepper J.W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*. 2014. Vol. 383. P. 3–41.
20. Caravetta C.J., Cherney J. Within row spacing influences on diverse sorghum genotypes. Morphology. *Agronomy Journal*, 1990. № 82(2), P. 206–210.
21. Cheema Z., Khaliq A., Hussain R. Reducing herbicide rate combination with allelopathic sorgaab for weed control in cotton. *Int. J. Agric. Biol.* 2003. № 5, P. 4–6.

22. Comparative Study of Combustion Properties of Five Energy Crops and Greek Lignite [E. Karampisin, D. Vamvuka, S. Sfakiotakis et al.]. *Energy & Fuels*. 2012. № 26 (2). P. 869–878. URL: <http://www.researchgate.net/publication/224437353>
23. Couto C.A., Peixoto C.P., Vieira E.L. Ação da cinetina, ácido indolbutírico e ácido giberélico na emergência do girassol sob estresse por alumínio. *Comunicata Scientiae*. 2012. № 3. P. 20–26.
24. CSA (Central Statistical Agency), “Agricultural sample survey 2010/2011: report on area and production of crops (private peasant holdings, main season),” Addis Ababa: Federal Democratic Republic of Ethiopia, vol. 1, 2015.
25. Davydenko S., Rozhkov A., Karpuk L. Elements of Plant Productivity and Biological Yield Capacity of Grain Sorghum Hybrids Depending on the Inter-row Width and Seed Sowing Rate. *Scientific horizons*. 2022. № 25 (6). P. 55–64. DOI: 10.48077/sciho25(6).2022.55-64
26. Dembele J. S. B., Gano B., Kouressy M. Plant density and nitrogen fertilization optimization on sorghum grain yield in Mali. *Agronomy Journal*. 2021. Vol. 113. P. 4705–4720. DOI: 10.1002/agj2.2085
27. Du Jardin P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*. 2015. Vol. 196. P. 3–14. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.09.021
28. Eastin I.D. Water and temperature effects on sorghum and millet as related to grain production and breeding. Sorghum/millet collaborative research support program. 1988. P. 48–54.
29. El-Baky H.A., Hussein M.M., El-Baroty G.S. Algal extracts improve antioxidant defense abilities and salt tolerance of wheat plant irrigated with seawater. *African Journal of Biochemistry Research*. 2008. №. 2(7) P. 151–164.
30. Ertani A., Schiavon A. Alfalfa plant-derived biostimulant stimulate short-term growth of salt stressed Zea mays plants. *Plant and Soil*. 2013. Vol. 364(1). P. 145–158.
31. Fan Z., Zhao Y., Chai Q. Synchrony of nitrogen supply and crop demand are driven via high maize density in maize/pea strip intercropping. *Scientific Reports*. 2019. № 9. P. 47–54. DOI: 10.1038/s41598-019-47554-1

32. Farooq M., Bajwa A.A., Cheema S.A., Cheema Z.A. Application of allelopathy in crop production. *Int. J. Agric. Biol.* 2013. № 15. P. 1367–1378.
33. Fernandez J.A., Niñirola D., Ochoa J. Root adaptation and ion selectivity affects the nutritional value of salt-stressed hydroponically grown baby-leaf *Nasturtium officinale* and *Lactuca sativa*. *Agric. Food Sci.* 2016. Vol. 25, P. 230–239.
34. Gamajunova V. Sustainability of soil fertility in Southern Steppe of Ukraine, depending on fertilizers and irrigation. Soil science working for living applications of soil science to present-day problems. Springer International Publishing Switzerland. 2017. P. 159–166.
35. Gondal M., Hussain A., Yasin S. et al. Effect of seed rate and row spacing on grain yield of sorghum, *SAARC J. Agri.* 2017. Vol. 15. No. 2. P. 81–91. DOI: 10.3329/sja.v15i2.35154
36. GhaffariNejad S.F., Gheibi M.N. Plant growth stimulants, their role in plant physiology, nutrient uptake and coping with environmental stresses. *Bi-Quarterly Journal of Land Management.* 2020. No. 1, Volume 8. P. 16–20.
37. Hassanein Y.Z., Abdel-Rahman S.S.A., Soliman W.S. Growth, yield, and quality of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) plants as affected by nano zinc and bio-stimulant treatments. *Hortic. Environ. Biotechnol.* 2021. № 53. P. 397–403.
38. Hossain A., Farooq M., EL Sabagh A. “Morphological, physiobio-chemical and molecular adaptability of legumes of fabaceae to drought stress, with special reference to *Medicago sativa* L.” in *The Plant Family Fabaceae*, eds M. Hasanuzzaman, S. Araújo, and S. Gill (Singapore: Springer). 2020. P. 289–317.
39. Hussain M., Saleem M.F., Hafeez M.B., Khan S. Impact of soil applied humic acid, zinc and boron supplementation on the growth, yield and zinc translocation in winter wheat. *Asian J. Agric. Biol.* 2022. № 1. P. 12–21.
40. Вегестим (регулятор росту). [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://agrotorg.in.ua/ru/vegestim>
41. Вегестим. [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://urojai.com.ua>
42. Jalali M. Salinization of groundwater in arid and semi-arid zones: an example from Tajarak, western Iran. *Environment Geology.* 2007. № 52. P. 1133–1149.

43. Jamil A., Riaz S., Ashraf M., Foolad M.R. Gene expression profiling of plants under salt stress. *Critical Review of Plant Science*. 2011. № 30(5). P. 435–458.
44. Keutgen A., Pawelzik E. Contribution of amino acids to straw berry fruit quality and the irrelevance as stress indicators under NaCl salinity. *Food Chemistry*. 2008. Vol. 111. P. 642–647.
45. Khalafalla M.M., Abdellatef E., Dafalla H.M., Nassrallah A.A., Aboul-Enein K.M. Active principle from moringa oleifera lam leaves effective against two leukemias and a hepatocarcinoma. *Afr. J. Biotechnol.* 2010. № 9. P. 8467–8471.
46. Kouressy M., Sissoko S., Tékété M. L. Sélection du sorgho pour une intensification durable au Mali. Apports de la modélisation des cultures. Risques climatiques et agriculture en Afrique de l’Ouest variétés, 2020. P. 337–352. [Электронный ресурс]. Режим доступа до журналу <https://www.openedition.org/65400>
47. Krishnareddy S.R., Stewart B.A., Payne W.A. Tillering in dryland grain sorghum clumps as influenced by light, planting density and geometry. *Southern Conservation Systems Conference*, Amarillo TX, June 26–28. 2006. P. 80–82.
48. Lacerda C.F., Costa R.T., Bezerra M.A., Gheyi H.R. Estratégias de manejo para uso de água salina na agricultura. *Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados*. Fortaleza: INCT Sal; 2010. pp. 306–318.
49. Lemerle D., Causens R.D., Gill L.S. Reliability of higher seed rates of wheat for increased competitiveness with weeds in low rainfall environment. *Journal of Agriculture Sciences*. 2004. 142. P. 395–409.
50. Lemerle D., Verbeek B., Diffy S. Influence of field pea (*Pisumsativum*) density on grain yield and competitiveness with annual rye grass (*Loliumrigidum*) in southeastern Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 2006. № 46, P. 1465–1472.
51. Leone A., Spada A., Battezzati A., Schiraldi A. Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* leaves: An Overview. *Int. J. Mol. Sci.* 2015. № 16. P. 12791–12835.
52. Noctor G., Foyer C.H. Ascorbate and glutathione: Keeping active oxygen under control. *Annu. Rev. Plant Biol.* 1998. № 49. P. 249–279.

53. Makhaye G., Aremu A.O., Gerrano A.S. Biopriming with seaweed extract and microbial based commercial biostimulants influences seed germination of five *Abelmoschus esculentus* genotypes. *Plants*. 2021. № 10. P. 13–27.

54. Maqbool N., Wahid A., Farooq M., Cheema Z.A. Allelopathy and abiotic stress interaction in crop plants. In *Allelopathy: Current Trends and Future Applications*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany. 2013. P. 113–143.

55. Mekasha A., Min D., Bascom N., Vipham J. Seeding rate effects on forage productivity and nutritive value of sorghum. *Agronomy Journal*. 2021. № 9. P. 1–15. DOI: 10.1002/agj2.20856

56. Mesfin A.H., Girma F. Understanding sorghum farming system and its implication for future research strategies in humid agro-ecologies in Western Ethiopia. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2022. № 10. 100456. DOI: 10.1016/j.jafr.2022.100456

57. Mogale T.E., Ayisi K.K., Munjonji L., Kifle Y.G. Yield Responses of Grain Sorghum and Cowpea in Binary and Sole Cultures under No-Tillage Conditions in Limpopo Province. *Agriculture*. 2022. 12. p. 733. DOI: 10.3390/agriculture12050733

58. Mutale-joan C., Rachidi F., Mohamed H.A. Microalgae-cyanobacteria-based biostimulant effect on salinity tolerance mechanisms, nutrient uptake, and tomato plant growth under salt stress. *J. Appl. Phycol.* 2021. P. 1–17.

59. Oliveira F.A., Guedes R.A., Gomes L.P. Interação entre salinidade e bioestimulante no crescimento inicial de pinhão-manso. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2015. Vol. 19(3). P. 204–210. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v19n3p204–210.

60. Oliveira F.A., Medeiros J.F., Cunha R.C. Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca. *Revista Ciência Agronômica*. 2016. Vol. 47. P. 307–315. DOI: 10.5935/1806-6690.20160036

61. Paksoy M., Türkmen Ö., Dursun A. Effects of potassium and humic acid on emergence, growth and nutrient contents of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) seedling under saline soil conditions. *African Journal of Biotechnology*. 2010. Vol. 9. P. 5343–5346.

62. Parađikovi N., Vinkovi T., Vinkovi I. Effect of natural biostimulants on yield and nutritional quality: an example of sweet yellow pepper (*Capsicum annuum L.*) plants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2011. 91(12). P. 2146–2152.

63. Parihar P., Singh S., Singh R. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: A review. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: A review. *Environmental Science and Pollution Research*. 2015. Vol. 22. P. 4056-4075. DOI: 10.1007/s11356-014-3739-1

64. Phiri C., Mbewe D.N. Influence of Moringa oleifera leaf extracts on germination and seedling survival of three common legumes. *Int. J. Agric. Biol.* 2010. № 12. P. 315.

65. Posliglione L., Basso F. La coltura del sorgo in zone meridionale. *Infonnatore agrario* (Verona). 1980. № 36(46). P. 12967–12978.

66. Practical Morphology of Grain Sorghum and Implications for Crop Management DOI: 10.2134: agronmonogr 5 8.2014.0061

67. Rajabi Hamedani S., Roupael Y., Colla G. Biostimulants as a tool for improving environmental sustainability of greenhouse vegetable crops. *Sustainability*. 2020. № 12. P. 5101.

68. Rashid N., Khan S., Wahid A. Impact of natural and synthetic growth enhancers on the productivity and yield of quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*) cultivated under normal and late sown circumstances. *J. Agron. Crop Sci.* 2021. 15 p.

69. Raza A., Ashraf F., Zou X., Zhang X. “Plant adaptation and tolerance to environmental stresses: mechanisms and perspectives,” in *Plant Ecophysiology and Adaptation Under Climate Change: Mechanisms and Perspectives I.* (Singapore: Springer). 2020. P. 117–145.

70. Shabbir R., Javed T., Afzal I. et al. Modern biotechnologies: innovative and sustainable approaches for the improvement of sugarcane tolerance to environmental stresses. *Agronomy*. 2021. № 11. P. 10–42. DOI: 10.3390/agronomy11061042

71. Shareef H.J. Organic fertilizer modulates IAA and ABA levels and biochemical reactions of date palm *Phoenix dactylifera L.* Hillawi cultivar under salinity conditions. *Asian J. Agric. Biol.* 2020. № 8. P. 24–30.

72. Sidhu M.C., Yill Y.S. Effect of management factors on quality of sorghum I. Res. 1988. P. 27–31.
73. Siddiqui M.H., Muhammad A.I., Wajid N., Imtiaz H. Bio-economic viability of rainfed wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under integrated fertilization regimes in Pakistan. *Custos e Agronegocio*. 2019. № 15. P. 81–96.
74. Singh J., Takhur J.K. Photosynthesis and abiotic stress in plants. In: Vats S, editor. Biotic and Abiotic Stress Tolerance in Plants. Singapore: *Springer Nature Singapore Private Ltd*. 2018. P. 27–46.
75. Snider, J.L., Raper, R.L., and Schwab, E.B. The effect of row spacing and seed rate on biomass production and plant stand characteristics of non-irrigated photoperiod sensitive sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Industrial Crops and Products*. 2012. 37. P. 527–535.
76. Sobarzo-Bernal O., Gómez-Merino F.C., Alcántar-González G. Biostimulant Effects of Cerium on Seed Germination and Initial Growth of Tomato Seedlings. *Agronomy*. 2021. № 11. P. 15–25.
77. Staggenborg S.A. Grain sorghum response to row spacings and seeding rates in Kansas. *Journal of Production Agriculture*. 1999. № 12(3). P. 390–395.
78. Tanga M., Lewu F.B., Oyedeji A.O., Oyedeji O.O. Yield and morphological characteristics of Burdock (*Arctium lappa* L.) in response to mineral fertilizer application. *Asian J. Agric. Biol.* 2020. № 8. P. 511–518.
79. Toscano S., Ferrante A., Branca F., Romano D. Enhancing the Quality of Two Species of Baby Leaves Sprayed with Moringa Leaf Extract as Biostimulant. *Agronomy*. 2021. № 11. 13–99.
80. Türkmen Ö., Dursun A., Turan M., Erdinc C. Calcium and humic acid affect seed germination, growth and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings under saline soil conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B Soil and Plant Science*. 2004. № 54. 168–174. DOI: 10.1080/09064710310022014
81. Van Oosten M.A., Pepe O., Pascale S.D. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 2017. 4:5. DOI: 10.1186/s40538-017-0089-5

82. Vasconcelos ACF d., X. Zhang, EH Ervin. Enzymatic antioxidant responses to biostimulants in maize and soybean subjected to drought. *Scientia Agricola*. 2009. Vol. 66(3) P. 395–402.
83. Wahid Ahmad, Mehmood Ali Noor, Irfan Afzal et al. Improvement of Sorghum Crop through Exogenous Application of Natural Growth-Promoting Substances under a Changing Climate. *Journal Sustainability*. 2016. № 8/1330, P. 881–897. DOI:10.3390/su8121330
84. Wazir I., Sadiq M., Baloch M.S. Application of bioherbicide alternatives for chemical weed control in rice. *Pak. J. Weed Sci. Res.* 2011. № 17. P. 245–252.
85. Yakhin O.I., Lubyantsov A.A., Yakhin I.A., Brown P.H. Biostimulants in plant science: A global perspective. *Frontiers in Plant Science*. 2017. Vol. 7 (2049). P. 1–32. DOI: 10.3389/fpls.2016.02049
86. Yaronskaya E., Vershilovskaya I., Poers Y. Cytokinin effects on tetrapyrrole biosynthesis and photosynthetic activity in barley seedlings. *Planta*. 2006. № 224. P. 700–709
87. Yasmeeen A., Basra S.A., Farooq M. Exogenous application of moringa leaf extract modulates the antioxidant enzyme system to improve wheat performance under saline conditions. *Plant Growth Regul.* 2013. № 69. P. 225–233.
88. Yasmeeen A., Basra S.M.A., Wahid A. et al. Exploring the potential of moringa oleifera leaf extract (mle) as a seed-priming agent in improving wheat performance. *Turk. J. Bot.* 2013. № 37. P. 512–520.
89. Абрамова А.В., Меледина Т.В., Фёдорова Р.А. Перспективы и проблемы использования сорго для создания безглютеновой продукции. *Агрономия, ветеринария и зоотехния*. 2010. С. 72–77.
90. Алабушев А.В., Ковтунов В.В., Лушпина О.А. Сорго зерновое – перспективное сырьё для производства крахмала / *Достижения науки и техники АПК*. 2016. Т. 30. № 7. С. 64–66.
91. Алексеев Я.В. Порівняльна характеристика продуктивності сорго зернового залежно від площі живлення в умовах північного степу України. *Аграрні інновації*. 2021. № 5. С. 7–11. DOI: 10.32848/agrar.innov.2021.5.1

92. Алексєєв Я.В. Оптимізація технологічних заходів вирощування сорго зернового в Північному Степу України. дис... канд. с.-г. наук, спец. 06.01.09. рослинництво. Дніпро. 2021. 186 с.

93. Алексєєв Я.В., Семенов С.С., Любчич О.Г. й ін. Продуктивність сорго зернового при застосуванні після сходових гербіцидів. *Зернові культури*. Том. 5. № 1. 2021. С. 59–64. DOI: 10.31867/2523-4544/0159

94. Базалій В.В., Домарацький Є.О., Пічура В.І. Аналіз формування врожайності сортів пшениці м'якої озимої залежно від біопрепаратів і кліматичних умов. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 82. С. 11–17.

95. Безручко О.І., Джулай Н.П. Поповнення ринку сортів рослин України: сорго звичайне (двокольорове) (*Sorghum bicolor (L.) Moench*). Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. Київ: Український інститут експертизи сортів рослин. 2012. № 3 (17). С. 45–51.

96. Бессонова В.П. Практикум з фізіології рослин. Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ. 2006. 316 с.

97. Біоенергетична оцінка соргових культур [В.Л. Курило, О.В. Яланський, В.Л. Гамандій й ін.]. *Зб. наук. пр. ІБКИЦБ*. 2012. Вип.14. С. 554–558.

98. Бойко М.О. Аналіз структури врожаю гібридів сорго зернового при різних густотах посівів за двох строків сівби. «Онтогенез – стан проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах». *Зб. тез міжнародної конференції*. Херсон: «Колос», 2016. С. 79–80.

99. Бойко М.О. Економічна ефективність виробництва сорго зернового в умовах Півдня України. «Теорія та практика менеджменту»: *Зб. тез всеукраїнської науково-практичної конференції*. ДВНЗ «ХДАУ». 2016. С. 37–41.

100. Бойко М.О. Формування асиміляційного апарату гібридів сорго зернового в залежності від строків сівби та густоти посівів. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*. 2017. Вип. 97. С. 18–22.

101. Бойко М.О. Обґрунтування агротехнічних прийомів вирощування сорго в умовах півдня України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Серія «Агрономія». 2016. № 235. С. 33–39

102. Бойко М.О. Агробіологічне обґрунтування елементів технології вирощування гібридів сорго зернового в південному Степу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. М.О. Бойко. Херсон, 2017. 22 с.

103. Бойко М.О. Формування асиміляційного апарату гібридів сорго зернового в залежності від строків сівби та густоти посівів. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*. 2017. Вип. 97. С. 18–22.

104. Буряк Ю.І. Огурцов Ю.Є., Чернобаб О.В., Клименко І.І. Ефективність застосування регуляторів росту рослин та мікродобрива в насінництві соняшнику. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2014. Вип.16. С. 20–25.

105. Васин В.Г., Рухлевич Н.В. Влияние нормы высева на фотосинтетическую деятельность и продуктивность зернового сорго в условиях Лесостепи Среднего Поволжья. *Вестник Ульяновской гос. сельскохозяйс-твенной академии*, 2017. № 1. С. 6–11. DOI: 10.18286/1816-4501-2017-1-6-11

106. Вирощування сорго в Україні має великі перспективи. [Електронний ресурс. Режим доступу до журналу <https://agrotimes.ua/agronomiya/vyroshhuvannya-sorgo-v-ukrayini-maye-velyki-perspektyvy-prognoz>

107. Возделывание сорго: возможности и нюансы. [Електронний ресурс. Режим доступу до журналу <https://agriecomission.com/base/vozdelyvanie-sorgo-vozmojnosti-i-nuansy>

108. Волкодав В.В., Андрущенко А.В., Пількевич А.В. Методика сортовипробування сільськогосподарських культур. К., 2000. 100 с.

109. Гайко Н.Т., Бескровный В.И. Сроки посева и урожайность зернового сорго. Селекция и семеноводство сорго: *Сборник научных трудов ВНИИ сорго*. Зерноград. 1985. С. 111–115.

110. Гамаюнова В.В., Хоненко Л.Г., Федорчук М.І., Коваленко О.А. Добір посухостійких культур для Південного Степу України. *Зернові культури*. Том 5. № 1. 2021. С. 13–22. DOI: 10.31867/2523-4544/0153

111. Гирка А.Д., Алексеєв Я.В. Особливості росту і розвитку сорго зернового сорту Дніпровський 39 залежно від щільності агроценозу в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2020. № 4. С. 18–22.

112. Грабовський М.Б., Федорук Ю.В., Грабовська Т.О. Наукові доповіді НУБіП України. *Агрономія*. 2018. № 5 (75), ISSN 2223-1609.

113. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ: ЗАТ «Нічлава». 2003. С. 17–18.

114. Грицаєнко З.М., Карпенко В.П. Формування надземної маси, площі листової поверхні і пігментного комплексу ячменю ярого за дії різних норм гербіциду Лінтуру та його сумішей із біопрепаратом Агат-25К. *Зб. наук. пр. Уманського ДАУ*. Умань. 2008. С. 60–70.

115. Грицаєнко З.М., Карпенко В.П. Фізіолого-біохімічні механізми зниження негативної дії гербіцидів на рослини ячменю ярого за їх використання у бакових сумішах із біологічно-активними речовинами. *Агроекологічний журнал*. 2010. С. 63–65.

116. Григоренко О. Сорго – досвід Африки і пустельного Техасу для півдня України / *Куркуль*. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу <https://kurkul.com/spetsproekty/275-sorgo-dosvid-afriki-y-pustelnogo-tehasu-dlya-pivdnya-ukrayini>

117. Ґрунтовий покрив та земельні ресурси Сватове. [Електронний ресурс]. Режим доступу http://svatovo.ws/information/gruntoviy_pokriv_ta_zemelni_resursy

118. Давиденко С.Ю., Рожков А.О. Збереженість рослин сорго зернового залежно від ширини міжрядь та норми висіву насіння. Матеріали підсумкової наукової конференції професорсько-викладацького складу і здобувачів наукових ступенів. Харків. 2021. Ч. 1. С. 61–62.

119. Давиденко С.Ю. Площа листя посівів сорго зернового за різних міжрядь та норми висіву насіння в Північному Степу України. Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва: матеріали VI-ї Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої ювілейним річницям професорів О.М. Можейка, В.В. Милого, Ю.В. Будьонного, І.І. Назаренка. 29–30 листопада, Харків. 2022. С. 97–100.

120. Давиденко С.Ю., Рожков А.О. Фотосинтетичний потенціал посівів сорго зернового залежно від ширини міжрядь та норми висіву. *Modern science:*

innovations and prospects: proceedings of XII International Scientific and Practical Conference. August 21-23, Stockholm, Sweden. 2022. P. 10–16.

121. Давиденко С.Ю., Рожков А.О. Урожайність зерна сорго за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестим у Північному Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. № 1 (104). С. 18–29. DOI: 10.31210/visnyk2022.01.02

122. Давиденко С., Рожков А. Зернова продуктивність волотей сорго за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестим у Північному Степу України. *Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій: матеріали XXIII міжнародного науково-практичного форуму*. 4-6 жовтня, Львів. 2022. С. 207–210.

123. Дьомін Д.Г., Кулик М.І., Михно Ю.В. Реалізація потенціалу насінневої продуктивності сорго багаторічного при застосуванні препарату «Агростимулін». *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 4. С. 13–23. DOI: 10.31210/visnyk2021.04.01

124. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: учебник. Москва: Агропромиздат, 1985. 305 с.

125. Дремлюк Г.К., Гамадій В.Л., Гамадій І.В. Основні елементи технології вирощування сорго. *Посібник українського хлібороба*. 2013. № 3. С. 274–277.

126. Дронов А.В., Бельченко С.А., Андрюшин Е.Н. Совершенствование технологии возделывания сорговых культур. *Агрехимический вестник*. 2015. № 5. С. 22–24.

127. Сорго зерновое Флагг. [Електронний ресурс]. Режим доступу <https://dacha-dacha.ru/sorta/sorgo-zernovoe/flagg>

128. Гібрид сорго зернового Іггор. [Електронний ресурс]. Режим доступу <https://ua.all.biz/uk/gibryd-zvychajnogo-zernovogo-sorgo-iggor-g147535>

129. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. К.: Держстандарт України, 1994. 73 с.

130. Екологічний паспорт Луганської області. [Електронний ресурс]. Режим доступу https://mepr.gov.ua/files/docs/eco_passport/2022/%D0%9B%D1%83%.pdf

131. Зерновое сорго – от выращивания до эффективного использования. [Электронный ресурс]. Режим доступа до журналу <https://www.agronom.com.ua/zernovoe-sorgo-ot-vyrashhyvaniyyado-effektyvnogo-yspolzovaniyu>

132. Іваніна В.В., Сипко А.О., Сінчук Г.А. Вплив азотних добрив на біоенергетичну продуктивність цукрового сорго. Наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. 2013. Вип. 19. С. 51–54.

133. Каленська С.М., Найденко В.М. Якісний склад зерна сорго залежно від елементів технології вирощування. Таврійський науковий вісник. 2019. Вип. 105. С. 82–89.

134. Каленська С.М., Новицька Н.В., Юник А.В. Найденко В. Технології вирощування малопоширених перспективних культур комплексного використання: науково-практичні рекомендації щодо комплексу технологічних заходів. Київ: «КОМПРИНГ», 2017. 82 с.

135. Каленська С.М., Найденко В.М. Урожайність сорго зернового залежно від ширини міжрядь і системи удобрення. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2018. № 26. С. 67–75.

136. Каражбей Г.М., Тегун С.В. Продуктивність сорго звичайного двокольорового (*Sorghumbicolor* L.) залежно від рівня мінерального живлення та густоти стояння. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН*. 2012. № 14. С. 67–70.

137. Каталог сортів та гібридів ДУ Інститут зернових культур НААН України. Науково-методичні рекомендації. Черчель В.Ю., Дзюбецький Б.В., Кирпа М.Я., Гирка А.Д., Прядко Ю.М. й інші. 2021. 131 с.

138. Кибальник О.П., Ефремова И.Г., Бочкарева Ю.В. и др. Продуктивность сорговых культур в зависимости от агротехнических приемов возделывания в регионах Российской Федерации. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*, 2021. № 22(2). С. 155–166. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.2.155-166

139. Киризий Д.А. Фотосинтез и рост растений в аспекте донорно-акцепторных отношений. К.: Логос, 2004. 191 с.

140. Кривошеев Г.Я., Игнатъев А.С., Игнатъева Н.Г. Селекционная ценность и адаптивность образцов подвита крахмалистой кукурузы. *Кукуруза и сорго*. 2014. № 4. С. 12–18.
141. Кунце В., Мит Г. Технология солода и пива. / Перевод с немецкого. СПб.: Профессия. 2009. 97 с.
142. Курило В.Л., Григоренко Н.О., Марчук О.О., Фуніна І.Р. Продуктивність сорго цукрового (*Sorghum saccharum* (L.) Pers.) залежно від сортових особливостей та різної густоти стояння рослин. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. № 3. 2013. С. 8–12.
143. Литл Т. Сельскохозяйственное опытное дело / Т. Литл. Москва: Колос, 1981. 358 с.
144. Лихочвор В.В. Практичні поради з вирощування зернових та зернобобових культур в умовах Західної України. Львів: «Українські технології», 2001. С. 66–69.
145. Лихочвор В.В. Біологічне рослинництво. Львів: НВФ «Українські технології». 2004. 312 с.
146. Луцько Г. Вибираємо гібриди сорго. Юкі / *Пропозиція*. 2019. № 10. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу <https://propozitsiya.com/ua/vybyrayemo-gibrydy-sorgo-yuki>.
147. Макаров Л.К. Соргові культури: монографія. Інститут землеробства південного регіону УААН. Херсон: Айлант. 2006. 264 с.
148. Макаров Л.Х., Скорий М.В. Соріз (технологія, селекція, насінництво, переробка): монографія. Херсон: Айлант, 2009. 224 с.
149. Материнська О.А. Економічна ефективність виробництва зернових культур сільськогосподарських підприємствах. *Ефективна економіка*. 2013. № 11. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=2521>
150. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай. 1988. 205 с.

151. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур / за ред. В.В. Волкодава. Київ, 2001. 65 с.
152. Найденко В.М. Продуктивність гібридів сорго зернового залежно від ширини міжряддя та удобрення в умовах Лівобережного Лісостепу України. дис. канд. с.-г. наук, спеціальність 06.0.09 – рослинництво. Київ. 2020. 179 с.
153. Ничипорович А.А., Кузьмин З.Е., Полозова Л.Я. Методические указания по учету и контролю важнейших показателей процессов фотосинтетической деятельности растений в посевах. М., 1969. 93 с.
154. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костогриз. Київ: Дія. 2005. 288 с.
155. Пащенко Ю.М., Андрієнко А.Л. Густота стояння рослин гібридів сорго в умовах північного Степу України. *Бюл. ИЗГ*. 2003. № 20–25. С. 17–25.
156. Пергаев О.А. Урожайность и качество зерна сорго в зависимости от способов посева и густоты стояния растений в условиях степной зоны Крыма. *Аграрный вестник Урала*. 2012. № 11–2. С. 4–6.
157. Перспективи сорго в Україні. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу <http://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/20072-perspektyvy-sorho-v-ukraini.html>
158. Попытченко Л.М. Анализ погодно-климатических условий выращивания зернового сорго в Донбассе. *Науковий вісник Луганського НАУ*. 2010. № 12. С. 154–156. Серія «Сільськогосподарські науки».
159. Почему выгодно выращивать сорго. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу <https://agroexp.com.ua/pochemu-vygodno-vyrashchivat-sorgo>
160. Правдива Л., Федорук Ю. Формування показників структури врожайності сорго зернового залежно від способу сівби насіння та густоти стояння рослин у Правобережному Лісостепу України. *Новітні технології в АПК: дослідження та управління*. 2021. Вип. 28 (42). С. 215–223. DOI: 10.31473/2305-5987-2021-1-28(42)-18
161. Присяжнюк О.І., Сторожик Л.І. Екологічна пластичність сортів сорго зернового. *Новітні агротехнології*. 2019. №7. URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/vie>

162. Проект програми збільшення виробництва зерна сорго та оптимізації ресурсного забезпечення технологій вирощування. А.В. Черенков, М.С. Шевченко, Б.В. Дзюбецький [й ін.]. Дніпропетровськ. 2012. 26 с.

163. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М. й ін. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник. Харків: Майдан, 2016. Кн. 1. 300 с.

164. Рожков А.О., Давиденко С.Ю. Польова схожість насіння і виживаність рослин сорго зернового залежно від ширини міжрядь та норми висіву насіння. *Вісник ХНАУ: Сер. «Рослинництво, селекція і насінництво, плодо-овочівництво»*. 2020. № 1–2. С. 73–84.

165. Рожков А.О., Давиденко С.Ю. Біологічна врожайність зерна сорго зернового за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестим. *Modern development of science and the latest perspectives: proceedings of the XXXII International Scientific and Practical Conference. August 16-19, Vancouver, Canada. 2022. P. 27–33.*

166. Романчук Л.Д., Василюк Т.П., Можарівська І.А. Ріст і розвиток сорго багаторічного в умовах Полісся України. *Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету*. 2013. № 2(1). С. 3–8.

167. Самойленко А., Шевченко Т. Технологія вирощування сорго. *Agroexpert*. 2009. № 5. С. 14–16.

168. Свиридова Л.А. Вплив норми висіву насіння та способу сівби на мінливість біологічної урожайності зерна гібридів сорго зернового. *Scientific Journal «ScienceRise»*. № 9 (38). 2017. С. 19–23. DOI: 10.15587/2313-8416.2017.111031

169. Семин Д.С., Горбунов В.С., Кибальник О.П. Технология возделывания новых сортов зернового сорго. *Кукуруза и сорго*. 2016. № 3. С. 23–27.

170. Сергеев А.А. Вплив біостимуляторів росту рослин на продуктивність озимої пшениці. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2007. Вип. 48. С. 68–72.

171. Сидоренко В., Малярчук В. Вирощування сорго в південному Степу / *Пропозиція*, 2020. № 6. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу <https://propozitsiya.com/ua/vyroshchuvannya-sorgo-v-pivdenному-stepu>

172. Сыркина Л.Ф., Никанорова Ю.Ю. Сорго зерновое как возможный источник сырья для переработки на крахмал и спирт. *Вестник КрасГАУ*. 2020. №10. С. 95–100. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-10-95-100

173. Сорго завоює світ. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу <https://www.nibulon.com/news/novini-kompanii/sorgo-zavoevyvaet-mir.html>

174. Сорго зерновое технология выращивания [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу <http://sad0vodu.ru/kukuruza/sorgo-zernovoe-tehnologija-vyrashhivaniya> (дата звернення: 08.05.2021)

175. Сорго – перспективная энергетическая культура. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу <https://infoindustria.com.ua/sorgo-perspektivnaya-energeticheskaya-kultura>

176. Соргові культури: технологія, використання, гібриди та сорти / Черенков А.В., Шевченко М.С., Дзюбецький Б.В. [й ін.]. Дніпро. 2011. 63 с.

177. Сорго не тільки вигідно, але й смачно. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу <http://www.nibulon.com/news/novini-kompanii/sorgo-ne-tilki-vigidno-ale-i-smachno.html>

178. Соргові культури: технологія, використання, гібриди та сорти: рекомендації А.В. Черенков, М.С. Шевченко, Б.В. Дзюбецький та ін. Інститут сільського господарства степової зони НААНУ. Дніпропетровськ, 2011. 65 с.

179. Сторожик Л.І., Музика О.В. Формування структурних показників урожаю сорго цукрового залежно від елементів технології вирощування. Новітні агротехнології. 2017. № 5. С. 39–46. DOI: 10.21498/na.5.2017.143946

180. Сторожик Л.І. Формування продуктивності сорго цукрового в умовах Східного Лісостепу України. *Наукові праці ІБКіЦБ*. 2018. Вип. 26. С. 91–104.

181. 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. Вип. 15. № 2. С. 171–181. DOI: 10.21498/2518-1017.15.2.2019.173567

182. Танчик С.П., Мокрієнко В.А., Скалій І.М. Новітні елементи в технологіях вирощування сорго. *Хімія. Агронія. Сервіс*. 2009. № 10. С. 48–53.

183. Физиология и биохимия растений: метод. указания / сост. Н.П. Решетский и др. Горки, 2000. 144 с.

184. Царев А.П., Королев В.Ф., Хутсендинова Т.Г. Влияние способов и густоты посева на продуктивность зернового сорго Пищевое 614 в условиях Саратовской области. *Кукуруза и сорго*, 2000. № 6. С. 19–20.

185. Циліорик О.І., Іжболдін О.О., Сологуб І.М. Вплив стимуляторів росту рослин на біометричні показники та урожайність кукурудзи в Північному Степу. *Меліорація, землеробство, рослинництво*, 2022. Т. 15. № 9. С. 59–66. DOI: 10.32848/agrar.innov.2022.15.9

186. Черенков А.В., Остапенко М.А., Самойленко А.Т. Сорго на зерно в умовах Південного Степу України. *Агроном*. 2006. № 3. С. 36–38.

187. Чернова А.В., Гамаюнова В.В., Коваленко О.А., Корхова М.М. Вміст сухої речовини в зеленій масі сорго цукрового залежно від сортових особливостей, норм висіву, біопрепарату та мікродобрих в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. 2020. Вип. № 73. С. 208–219.

ДОДАТКИ

Додаток А

Динаміка змін параметрів рослин сорго зернового протягом вегетації

Таблиця А.1

Тривалість фенофаз росту та розвитку рослин сорго різних груп стиглості залежно від сполучення різних варіантів міжрядь з нормою висіву в 2019 р., діб

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Фенофази й міжфазні періоди					Тривалість вегетації, діб
			I*	II	III	IV	V	
35	Сват	100	37	11	9	42	11	110
		140	37	11	9	42	11	110
		180	36	10	9	42	12	109
		220	35	10	11	40	13	109
	Флагг	100	37	13	10	43	12	115
		140	37	13	10	43	12	115
		180	37	13	9	43	12	114
		220	36	12	11	42	12	113
45	Сват	100	37	11	9	42	11	110
		140	36	11	9	42	12	110
		180	35	10	10	41	12	108
		220	35	9	10	40	12	106
	Флагг	100	37	13	10	43	12	115
		140	36	13	10	43	12	114
		180	36	11	9	42	12	110
		220	35	11	9	42	12	109
70	Сват	100	35	11	9	41	11	107
		140	34	10	9	41	11	105
		180	33	10	10	40	11	104
		220	32	8	11	40	11	102
	Флагг	100	36	13	10	43	12	114
		140	36	12	10	43	12	113
		180	35	11	11	42	13	112
		220	34	10	12	40	12	108
Середнє за чинником А		35	37	12	10	42	12	113
		45	36	11	10	42	12	111
		70	34	11	10	41	12	108
Середнє за чинником А	Сват		35	10	10	41	12	108
	Флагг		36	12	10	42	12	112
Середнє за чинником А		100	37	12	10	42	12	113
		140	36	12	10	42	12	112
		180	35	11	10	42	12	110
		220	34	10	11	41	12	108
Середнє по досліді			36	11	10	42	12	111

Позначення: * – фенофази та міжфазні періоди: I – сходи-кущіння; II – вихід у трубку; III – викидання волоті; IV – цвітіння-м'яке зерно; V – тверде зерно-фізіологічна стиглість.

Таблиця А.2

Тривалість фенофаз росту та розвитку рослин сорго різних груп стиглості залежно від сполучення різних варіантів міжрядь з нормою висіву в 2020 р., діб

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Фази й міжфазні періоди					Тривалість вегетації, діб
			I*	II	III	IV	V	
35	Сват	100	38	9	10	45	11	113
		140	38	9	10	45	11	113
		180	38	9	10	44	11	112
		220	38	7	11	44	11	109
	Флагг	100	39	11	11	46	12	119
		140	39	10	11	46	12	118
		180	39	10	12	45	12	118
		220	39	9	12	44	12	116
45	Сват	100	38	8	10	45	11	112
		140	37	9	10	45	11	112
		180	37	8	10	44	11	110
		220	37	7	11	43	11	109
	Флагг	100	39	10	11	46	12	118
		140	39	10	11	46	12	118
		180	39	9	12	45	12	117
		220	39	9	12	44	12	116
70	Сват	100	38	8	10	45	11	112
		140	38	8	11	44	11	112
		180	38	7	12	43	11	111
		220	37	6	13	42	11	109
	Флагг	100	39	10	11	45	12	117
		140	39	9	11	45	11	115
		180	38	8	12	45	10	113
		220	38	7	13	44	10	112
Середнє за чинником А		35	39	9	11	45	12	115
		45	38	9	11	45	12	114
		70	38	8	12	44	11	113
Середнє за чинником А		Сват	38	8	11	44	11	111
		Флагг	39	9	12	45	12	116
Середнє за чинником А		100	39	9	11	45	12	115
		140	38	9	11	45	11	115
		180	38	9	11	44	11	114
		220	38	8	12	44	11	112
Середнє по досліді			38	9	11	45	11	114

Позначення: * – фенофази та міжфазні періоди: I – сходи-кущіння; II – вихід у трубку; III – викидання волоті; IV – цвітіння-м'яке зерно; V – тверде зерно-фізіологічна стиглість.

Таблиця А.3

Тривалість фенофаз росту та розвитку рослин сорго різних груп стиглості залежно від сполучення різних варіантів міжрядь з нормою висіву в 2021 р., діб

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Фази й міжфазні періоди					Тривалість вегетації, діб
			I*	II	III	IV	V	
35	Сват	100	37	13	11	39	11	111
		140	37	13	11	38	11	110
		180	36	12	12	39	10	109
		220	37	12	12	38	10	109
	Флагг	100	38	15	12	38	13	116
		140	38	15	12	38	13	116
		180	38	15	12	37	13	115
		220	38	14	13	37	13	115
45	Сват	100	37	13	11	39	11	111
		140	36	13	12	38	11	110
		180	36	13	12	38	11	110
		220	36	12	12	38	11	109
	Флагг	100	38	15	12	38	13	116
		140	38	15	12	38	13	116
		180	38	14	13	37	13	115
		220	37	13	13	37	13	113
70	Сват	100	36	13	12	39	11	111
		140	36	12	12	39	11	110
		180	35	12	12	39	11	109
		220	36	11	13	38	11	109
	Флагг	100	38	15	13	38	13	117
		140	37	14	14	38	13	116
		180	37	13	15	37	13	115
		220	36	12	15	36	13	112
Середнє за чинником А		35	37	14	12	38	12	113
		45	37	14	12	38	12	113
		70	36	13	13	38	12	112
Середнє за чинником А		Сват	36	12	12	38	11	110
		Флагг	38	14	13	37	13	115
Середнє за чинником А		100	37	14	12	39	12	114
		140	37	14	12	38	12	113
		180	37	13	13	38	12	112
		220	37	12	13	37	12	111
Середнє по досліді			37	13	13	38	12	113

Позначення: * – фенофази та міжфазні періоди: I – сходи-кущіння; II – вихід у трубку; III – викидання волоті; IV – цвітіння-м'яке зерно; V – тверде зерно-фізіологічна стиглість.

Таблиця А.4

Тривалість фенофаз росту та розвитку гібридів сорго різних груп стиглості за різних варіантів застосування Вегестиму в 2019 р., діб

Гібрид (чинник <i>B</i>)	Варіанти застосування Вегестиму (чинник <i>D</i>)	Фази й міжфазні періоди			Тривалість вегетації, діб
		сходи- викидання волоті	цвітіння- м'яке зерно	ТЗФС*	
Іггор	1	71	32	13	116
	2	71	32	13	116
	3	71	32	13	116
	4	69	32	13	114
	5	71	32	13	116
	6	68	33	12	113
Юкі	1	61	28	10	99
	2	61	28	10	99
	3	61	28	10	99
	4	60	28	10	98
	5	61	28	10	99
	6	59	28	10	97
Сват	1	63	28	11	102
	2	63	28	11	102
	3	63	28	11	102
	4	62	28	11	101
	5	63	28	11	102
	6	62	28	11	101
Флагг	1	67	28	13	108
	2	68	28	13	109
	3	67	28	13	108
	4	65	28	13	106
	5	66	28	13	107
	6	64	28	13	105
Середнє за чинником <i>B</i>	Іггор	70	32	13	115
	Юкі	61	28	10	99
	Сват	63	28	11	102
	Флагг	66	28	13	107
Середнє за чинником <i>D</i>	1	66	29	12	107
	2	66	29	12	107
	3	66	29	12	107
	4	64	29	12	105
	5	65	29	12	106
	6	63	29	12	104
Середнє по досліді		65	29	12	106

Умовні скорочення: * ТЗФС – міжфазний період: тверде зерно-фізіологічна стиглість.

Таблиця А.5

Тривалість фенофаз росту та розвитку гібридів сорго різних груп стиглості за різних варіантів застосування Вегестиму в 2020 р., діб

Гібрид (чинник А)	Варіанти застосування Вегестиму (чинник В)	Фази й міжфазні періоди			Тривалість вегетації, діб
		сходи- викидання волоті	цвітіння- м'яке зерно	ТЗФС*	
Іггор	1	70	34	12	116
	2	70	34	12	116
	3	70	34	12	116
	4	68	34	12	114
	5	69	34	12	115
	6	67	35	12	114
Юкі	1	63	29	10	102
	2	63	29	10	102
	3	63	29	10	102
	4	61	29	10	100
	5	63	29	10	102
	6	61	29	10	100
Сват	1	67	29	11	107
	2	66	29	11	106
	3	66	29	11	106
	4	64	29	11	104
	5	66	27	12	105
	6	64	29	11	104
Флагг	1	67	31	11	109
	2	67	31	11	109
	3	67	31	11	109
	4	66	31	11	108
	5	67	31	11	109
	6	65	31	11	107
Середнє за чинником А	Іггор	69	34	12	115
	Юкі	62	29	10	101
	Сват	66	29	11	106
	Флагг	67	31	11	109
Середнє за чинником В	1	67	31	11	109
	2	67	31	11	109
	3	67	31	11	109
	4	65	31	11	107
	5	66	30	11	108
	6	64	31	11	106
Середнє по досліді		66	31	11	108

Умовні скорочення: * ТЗФС – міжфазний період: тверде зерно-фізіологічна стиглість.

Таблиця А.6

Тривалість фенофаз росту та розвитку гібридів сорго різних груп стиглості за різних варіантів застосування Вегестиму в 2021 р., діб

Гібрид (чинник А)	Варіанти застосування Вегестиму (чинник В)	Фази й міжфазні періоди			Тривалість вегетації, діб
		сходи- викидання волоті	цвітіння- м'яке зерно	ТЗФС*	
Іггор	1	77	33	14	124
	2	77	33	14	124
	3	77	33	14	124
	4	78	32	14	124
	5	79	32	15	126
	6	80	31	15	126
Юкі	1	66	29	11	106
	2	66	29	11	106
	3	66	29	11	106
	4	68	27	12	107
	5	68	27	13	108
	6	68	27	13	108
Сват	1	68	30	12	110
	2	69	30	12	111
	3	69	30	12	111
	4	71	29	12	112
	5	70	29	13	112
	6	71	28	13	112
Флагг	1	74	31	13	118
	2	74	31	13	118
	3	74	31	13	118
	4	75	30	14	119
	5	76	29	14	119
	6	76	28	15	119
Середнє за чинником А	Іггор	78	32	14	124
	Юкі	67	28	12	107
	Сват	70	29	12	111
	Флагг	75	30	14	119
Середнє за чинником В	1	71	31	13	115
	2	72	31	13	116
	3	72	31	13	116
	4	73	30	13	116
	5	73	29	14	116
	6	74	29	14	117
Середнє по досліді		73	30	13	116

Умовні скорочення: * ТЗФС – міжфазний період: тверде зерно-фізіологічна стиглість.

Таблиця А.7

Полюова схожість насіння гібридів сорго зернового різних груп стиглості за впливу норми висіву та ширини міжрядь, %

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву насіння, тис. шт./га (чинник С)				Середнє
		100	140	180	220	
2019 рік						
35	Флагг	76,3	76,2	77,0	77,8	76,8
	Сват	75,0	75,3	75,8	77,1	75,8
45	Флагг	76,1	75,5	76,6	78,0	76,6
	Сват	75,3	75,3	75,6	76,8	75,8
70	Флагг	77,4	77,8	78,6	80,1	78,5
	Сват	76,6	77,0	77,8	79,6	77,8
2020 рік						
35	Флагг	73,0	72,3	73,8	74,4	73,4
	Сват	72,6	73,1	73,3	74,6	73,4
45	Флагг	72,5	72,6	72,8	73,6	72,9
	Сват	73,1	74,4	73,8	74,6	74,0
70	Флагг	73,7	74,4	74,4	75,9	74,6
	Сват	74,0	76,1	76,3	77,5	76,0
2021 рік						
35	Флагг	76,6	76,1	77,8	78,5	77,3
	Сват	76,3	76,3	77,9	78,6	77,3
45	Флагг	77,3	78,1	79,4	80,2	78,8
	Сват	76,8	76,5	77,3	79,1	77,4
70	Флагг	77,0	77,8	79,2	80,8	78,7
	Сват	76,5	77,0	78,2	80,4	78,0

Таблиця А.8

Густота сходів гібридів сорго зернового різних груп стиглості за впливу
норми висіву та ширини міжрядь, тис. шт./га

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібриди (чинник В)	Норма висіву насіння, тис. шт./га (чинник С)				Середнє
		100	140	180	220	
2019 рік						
35	Флагг	76,3	106,4	138,6	169,8	122,8
	Сват	75,0	105,0	136,4	169,0	121,4
45	Флагг	76,1	106,4	137,9	170,7	122,8
	Сват	75,3	105,0	136,1	169,4	121,5
70	Флагг	77,4	108,6	141,4	175,1	125,6
	Сват	76,6	106,8	140,1	174,2	124,4
2020 рік						
35	Флагг	73,0	101,2	132,8	163,7	117,7
	Сват	72,6	102,3	131,9	164,2	117,8
45	Флагг	72,5	101,7	131,0	162,0	116,8
	Сват	73,1	104,2	132,9	164,2	118,6
70	Флагг	73,7	104,2	133,9	166,9	119,7
	Сват	74,0	106,6	137,4	170,4	122,1
2021 рік						
35	Флагг	76,6	106,5	140,0	172,7	124,0
	Сват	76,3	106,8	140,2	172,9	124,1
45	Флагг	77,3	109,3	142,9	176,4	126,5
	Сват	76,8	107,1	139,1	174,0	124,3
70	Флагг	77,0	108,9	142,6	177,8	126,6
	Сват	76,5	107,8	140,8	176,9	125,5

Таблиця А.9

Збереженість рослин сорго зернового гібридів різних груп стиглості
за впливу норми висіву та ширини міжрядь, %

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібриди (чинник В)	Норма висіву насіння, тис. шт./га (чинник С)				Середнє
		100	140	180	220	
2019 рік						
35	Флагг	68,3	68,1	67,2	65,6	67,3
	Сват	68,0	67,0	66,5	65,0	66,6
45	Флагг	68,6	68,0	67,7	65,9	67,6
	Сват	67,7	67,3	66,1	65,0	66,5
70	Флагг	67,2	66,3	65,1	63,0	65,4
	Сват	66,4	65,3	65,1	62,8	64,9
2020 рік						
35	Флагг	62,6	62,0	61,4	60,2	61,6
	Сват	62,1	61,4	60,8	59,5	61,0
45	Флагг	62,2	62,0	60,8	59,5	61,1
	Сват	61,5	60,2	58,8	58,4	59,7
70	Флагг	61,0	60,3	58,7	57,2	59,3
	Сват	59,6	57,8	57,6	55,2	57,6
2021 рік						
35	Флагг	66,1	65,7	65,6	66,3	65,9
	Сват	67,4	63,6	64,4	61,7	64,3
45	Флагг	62,2	62,7	64,7	65,2	63,7
	Сват	66,8	66,0	65,5	66,5	66,2
70	Флагг	66,0	65,0	65,6	66,4	65,8
	Сват	68,1	66,0	65,3	63,2	65,7

Таблиця А.10

Збереженість рослин сорго зернового гібридів різних груп стиглості за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестиму, %

Варіант застосування Вегестиму	Гібрид				Середнє
	Іггор	Юкі	Сват	Флагг	
2019 рік					
1	63,8	63,5	64,1	64,7	64,0
2	63,3	64,1	64,2	65,3	64,2
3	64,0	64,4	64,8	66,2	64,9
4	65,7	66,0	67,0	67,7	66,6
5	65,1	65,5	65,5	66,9	65,8
6	67,0	66,8	68,4	68,5	67,7
2020 рік					
1	58,2	57,6	58,7	59,0	58,4
2	58,1	58,1	59,7	58,7	58,7
3	58,2	58,7	59,4	59,4	58,9
4	60,5	60,5	62,2	62,8	61,5
5	59,6	59,0	61,6	62,2	60,6
6	62,0	61,8	63,9	64,3	63,0
2021 рік					
1	67,9	66,7	68,5	69,1	68,1
2	67,7	66,7	68,2	69,4	68,0
3	68,2	66,9	69,4	70,0	68,6
4	69,9	68,3	71,1	72,3	70,4
5	68,5	67,0	69,8	70,6	69,0
6	69,7	68,2	71,3	73,0	70,6

Таблиця А.11

Висота рослин гібридів сорго зернового різних груп стиглості у фазі кущіння за різних варіантів ширини міжрядь і норм висіву насіння, см

Ширина міжрядь, см	Гібрид	Норма висіву насіння, тис. шт./га	Рік		
			2019	2020	2021
35	Флагг	100	19,8	23,6	22,4
		140	19,8	23,5	22,8
		180	20,0	24,1	23,1
		220	20,3	24,4	23,5
	Сват	100	18,6	21,0	22,1
		140	18,5	21,5	22,1
		180	18,7	21,3	22,4
		220	18,7	21,6	22,9
45	Флагг	100	19,8	23,3	22,7
		140	20,0	23,8	23,0
		180	20,3	24,2	23,2
		220	20,6	24,6	23,8
	Сват	100	18,5	21,2	22,6
		140	18,7	21,8	22,8
		180	18,9	22,1	23,2
		220	19,0	22,5	23,6
70	Флагг	100	20,1	24,2	23,3
		140	20,5	24,7	23,5
		180	20,8	25,0	23,8
		220	21,4	25,9	24,7
	Сват	100	18,9	21,7	22,9
		140	19,0	22,2	23,2
		180	19,3	22,9	23,6
		220	19,8	23,3	24,3
Середнє за варіантами ширини міжрядь		35	19,3	22,6	22,7
		45	19,5	22,9	23,1
		70	20,0	23,7	23,7
Середнє за гібридами		Флагг	20,3	24,3	23,3
		Сват	18,9	21,9	23,0
Середнє за нормами висіву насіння		100	19,3	22,5	22,7
		140	19,4	22,9	22,9
		180	19,7	23,3	23,2
		220	20,0	23,7	23,8
Середнє по досліді			19,6	23,1	23,2

Таблиця А.12

Висота рослин гібридів сорго зернового різних груп стиглості у фазі виходу в трубку за різних варіантів ширини міжрядь і норм висіву, см

Ширина міжрядь, см	Гібрид	Норма висіву насіння, тис. шт./га	Рік		
			2019	2020	2021
35	Флагг	100	67,1	61,3	64,6
		140	67,4	61,4	64,9
		180	68,0	61,7	65,8
		220	68,5	61,7	67,4
	Сват	100	71,7	66,9	70,3
		140	72,0	67,1	70,7
		180	72,4	67,8	71,9
		220	72,9	68,4	73,6
45	Флагг	100	67,6	61,3	64,9
		140	68,5	61,6	65,3
		180	69,6	62,4	66,6
		220	70,8	63,0	68,0
	Сват	100	72,3	67,1	70,8
		140	72,8	67,6	71,6
		180	73,8	68,2	72,8
		220	75,2	69,8	74,2
70	Флагг	100	68,2	62,4	65,5
		140	69,7	62,9	66,1
		180	71,3	64,1	67,2
		220	73,9	66,8	69,7
	Сват	100	72,5	67,9	71,3
		140	73,3	69,0	72,5
		180	75,4	70,3	73,9
		220	77,6	72,8	75,8
Середнє за варіантами ширини міжрядь		35	70,0	64,5	68,7
		45	71,3	65,1	69,3
		70	72,7	67,0	70,3
Середнє за гібридами		Флагг	69,2	62,6	66,3
		Сват	73,5	74,1	72,5
Середнє за нормами висіву насіння		100	69,9	64,5	67,9
		140	70,6	64,9	68,5
		180	71,8	65,8	69,7
		220	73,2	67,1	71,5
Середнє по досліді			71,3	65,6	69,4

Таблиця А.13

Висота рослин гібридів сорго зернового різних груп стиглості у фазі досягання за різних варіантів ширини міжрядь і норм висіву, см

Ширина міжрядь, см	Гібрид	Норма висіву насіння, тис. шт./га	Рік		
			2019	2020	2021
35	Флагг	100	109,1	105,2	117,8
		140	109,5	107,0	120,3
		180	110,3	106,6	119,7
		220	111,6	107,3	122,4
	Сват	100	96,0	91,3	103,5
		140	96,3	90,8	103,3
		180	97,0	90,5	105,1
		220	98,2	91,7	106,6
45	Флагг	100	109,4	106,3	118,3
		140	110,8	106,8	119,5
		180	112,6	107,4	121,1
		220	115,2	108,8	123,3
	Сват	100	96,5	91,6	104,8
		140	97,2	92,1	105,6
		180	98,8	93,4	108,3
		220	100,7	94,6	110,0
70	Флагг	100	110,5	107,4	119,1
		140	113,0	108,1	120,3
		180	116,4	110,6	122,6
		220	120,0	113,5	125,9
	Сват	100	97,2	92,6	105,3
		140	98,6	93,0	106,7
		180	101,5	94,8	108,5
		220	104,4	98,3	111,8
Середнє за варіантами ширини міжрядь		35	103,5	98,8	112,3
		45	105,1	100,1	113,9
		70	107,7	102,3	115,0
Середнє за гібридами	Флагг		112,4	107,9	120,9
	Сват		98,5	92,9	106,6
Середнє за нормами висіву насіння		100	103,1	99,1	111,5
		140	104,2	99,6	112,6
		180	106,1	100,6	114,2
		220	108,4	102,4	116,7
Середнє по досліді			105,5	100,4	113,8

Таблиця А.14

Повітряно-суха маса рослин сорго зернового з метра квадратного (чисельник) та однієї рослини (знаменник) під час фази кушіння за різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву, г

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Рік		
			2019	2020	2021
35	Флагг	100	17,0/2,2	15,7/2,2	19,4/2,5
		140	22,4/2,1	20,5/2,0	25,8/2,4
		180	27,2/2,0	24,4/1,8	32,5/2,3
		220	31,0/1,9	27,6/1,7	39,3/2,3
	Сват	100	16,1/2,2	15,1/2,1	18,0/2,4
		140	20,7/2,0	19,7/1,9	24,7/2,3
		180	25,5/1,9	23,6/1,8	31,1/2,2
		220	29,8/1,8	27,2/1,7	37,6/2,2
45	Флагг	100	17,2/2,3	15,7/2,2	19,3/2,5
		140	22,1/2,1	20,1/2,0	25,6/2,3
		180	26,7/1,9	23,5/1,8	32,0/2,2
		220	30,3/1,8	26,3/1,6	38,8/2,2
	Сват	100	16,1/2,2	15,3/2,1	18,0/2,3
		140	20,5/2,0	19,8/1,9	24,8/2,3
		180	25,0/1,8	23,8/1,8	30,7/2,2
		220	29,2/1,7	27,1/1,7	37,2/2,1
70	Флагг	100	17,0/2,2	15,5/2,1	19,1/2,5
		140	21,8/2,0	20,1/1,9	25,2/2,3
		180	26,2/1,9	23,4/1,7	31,1/2,2
		220	29,5/1,7	25,1/1,5	37,4/2,1
	Сват	100	15,9/2,1	15,0/2,0	17,7/2,3
		140	20,1/1,9	19,3/1,8	24,3/2,3
		180	24,4/1,7	22,9/1,7	29,5/2,1
		220	28,3/1,6	25,3/1,5	35,8/2,0
Середнє за чинником А		35	23,7/2,0	21,7/1,9	28,6/2,3
		45	23,4/2,0	21,5/1,9	28,3/2,3
		70	22,9/1,9	20,8/1,8	27,5/2,2
Середнє за чинником В	Флагг		24,0/2,0	21,5/1,9	28,8/2,3
	Сват		22,6/1,9	21,2/1,8	27,5/2,2
Середнє за чинником С		100	16,6/2,2	15,4/2,1	18,6/2,4
		140	21,3/2,0	19,9/1,9	25,1/2,3
		180	25,8/1,9	23,6/1,8	31,2/2,2
		220	29,7/1,8	26,4/1,6	37,7/2,1
Середнє по досліді			23,3/2,0	21,3/1,9	28,2/2,3

Таблиця А.15

Повітряно-суха маса рослин сорго зернового з метра квадратного (чисельник) та однієї рослини (знаменник) під час фази трубкування за різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву, г

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Рік		
			2019	2020	2021
35	Флагг	100	91,4/14,1	81,8/14,0	97,4/13,0
		140	112,6/13,2	106,9/13,2	123,8/11,9
		180	141,4/12,0	126,4/12,0	153,6/11,2
		220	150,2/10,4	138,0/10,7	176,7/10,4
	Сват	100	77,4/12,2	69,6/12,0	82,8/11,1
		140	96,7/11,6	91,3/11,2	108,0/10,3
		180	117,3/10,2	109,2/10,7	136,8/10,0
		220	138,6/9,6	121,1/9,4	165,3/9,8
45	Флагг	100	91,1/14,2	82,3/14,2	97,8/12,9
		140	111,4/12,9	107,1/13,2	122,3/11,4
		180	136,8/11,7	125,8/12,2	148,1/10,6
		220	152,3/10,5	136,2/10,8	167,4/9,7
	Сват	100	77,8/12,3	69,0/11,8	82,2/10,9
		140	95,0/10,7	91,1/11,1	106,6/10,2
		180	113,1/9,8	108,4/10,5	131,9/9,7
		220	130,5/9,1	116,0/9,1	153,3/9,0
70	Флагг	100	89,8/13,7	80,3/13,6	96,6/12,8
		140	108,5/12,1	103,7/12,6	117,9/11,0
		180	126,6/10,6	119,2/11,5	138,2/9,9
		220	143,2/9,6	126,0/9,9	151,4/8,7
	Сват	100	75,3/11,6	67,7/11,4	80,7/10,8
		140	92,1/10,8	88,1/10,6	101,7/9,6
		180	108,0/9,1	103,4/9,7	123,6/9,0
		220	122,3/8,2	108,7/8,5	137,2/7,9
Середнє за чинником А	35	115,7/11,7	105,5/11,7	130,6/11,0	
	45	113,5/11,4	104,5/11,6	126,2/10,6	
	70	108,2/10,7	99,6/11,0	118,4/10,0	
Середнє за чинником В	Флагг	121,3/12,1	111,1/12,3	132,6/11,1	
	Сват	103,7/10,4	95,3/10,5	117,5/9,9	
Середнє за чинником С	100	83,8/13,0	75,1/12,8	89,6/11,9	
	140	102,7/11,9	98,0/12,0	113,4/10,7	
	180	123,9/10,6	115,4/11,1	138,7/10,1	
	220	139,5/9,6	124,3/9,7	158,6/9,2	
Середнє по досліді			112,5/11,3	103,2/11,4	125,1/10,5

Таблиця А.16

Повітряно-суха маса рослин сорго зернового з метра квадратного (чисельник) та однієї рослини (знаменник) під час фази досягання за різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву, г

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Рік		
			2019	2020	2021
35	Флагг	100	386,3/66,4	354,1/65,6	445,7/87,9
		140	467,8/60,9	449,7/60,9	543,8/77,6
		180	533,2/56,1	505,2/52,3	644,8/70,2
		220	566,7/48,8	534,7/44,7	725,4/63,3
	Сват	100	365,6/54,7	320,7/60,4	412,2/80,4
		140	448,0/47,4	411,8/55,1	511,4/75,2
		180	518,4/53,7	468,2/48,6	615,9/68,4
		220	554,2/49,5	506,7/42,3	714,0/64,8
45	Флагг	100	380,2/66,0	352,6/66,7	438,0/91,0
		140	447,9/59,0	445,0/60,4	521,5/76,1
		180	508,0/51,1	493,1/52,3	608,3/65,8
		220	535,6/44,6	521,0/44,8	672,2/58,4
	Сват	100	361,1/56,7	315,2/59,1	405,4/79,0
		140	427,7/49,8	402,8/53,2	488,5/69,2
		180	482,0/51,0	456,0/47,6	580,3/63,6
		220	510,3/46,1	480,3/40,9	651,5/56,2
70	Флагг	100	371,2/63,0	343,4/64,7	425,0/83,6
		140	428,5/57,6	424,6/57,0	497,3/70,2
		180	475,8/49,4	461,0/48,2	562,2/60,1
		220	497,6/44,1	470,5/39,9	602,1/51,0
	Сват	100	353,0/57,5	311,6/57,7	400,6/77,0
		140	414,5/52,1	386,4/50,3	474,2/66,6
		180	460,8/50,0	423,1/42,8	540,5/58,8
		220	478,3/43,2	436,2/35,9	583,7/52,2
Середнє за чинником А		35	480,0/54,7	443,9/53,7	576,7/73,5
		45	456,6/53,0	433,3/53,1	545,7/69,9
		70	435,0/52,1	407,1/49,6	510,7/64,9
Середнє за чинником В	Флагг		466,6/55,6	446,2/54,8	557,2/71,3
	Сват		447,8/51,0	409,9/49,5	531,5/67,6
Середнє за чинником С		100	369,6/60,7	332,9/62,4	421,2/83,2
		140	439,1/54,5	420,1/56,2	506,1/72,5
		180	496,4/51,9	467,8/48,6	592,0/64,5
		220	523,8/46,1	491,6/41,4	658,2/57,7
Середнє по досліді			457,2/53,3	428,1/52,2	544,4/69,5

Таблиця А.17

Індекс листової поверхні посівів сорго зернового у фазі кушіння за різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву

Ширина міжрядь, см	Гібрид	Норма висіву насіння, тис. шт./га	Рік		
			2019	2020	2021
35	Флагг	100	0,72	0,66	0,76
		140	0,96	0,91	1,03
		180	1,17	1,14	1,28
		220	1,35	1,33	1,55
	Сват	100	0,64	0,53	0,67
		140	0,87	0,73	0,92
		180	1,11	0,92	1,17
		220	1,29	1,08	1,43
45	Флагг	100	0,70	0,66	0,76
		140	0,91	0,89	1,00
		180	1,10	1,09	1,21
		220	1,26	1,24	1,42
	Сват	100	0,64	0,52	0,68
		140	0,83	0,70	0,90
		180	1,06	0,88	1,12
		220	1,22	1,02	1,33
70	Флагг	100	0,68	0,65	0,75
		140	0,86	0,85	0,96
		180	1,04	1,02	1,18
		220	1,16	1,08	1,42
	Сват	100	0,61	0,50	0,63
		140	0,78	0,65	0,83
		180	0,97	0,78	1,02
		220	1,10	0,83	1,20
Середнє за варіантами ширини міжрядь		35	1,01	0,91	1,10
		45	0,97	0,88	1,05
		70	0,90	0,80	1,00
Середнє за гібридами		Флагг	0,99	0,96	1,11
		Сват	0,93	0,76	0,99
Середнє за нормами висіву насіння		100	0,67	0,59	0,71
		140	0,87	0,79	0,94
		180	1,08	0,97	1,16
		220	1,02	1,10	1,39
НІР ₀₅ головного ефекту <i>A</i>			0,02	0,01	0,02
НІР ₀₅ головного ефекту <i>B</i>			0,02	0,01	0,01
НІР ₀₅ головного ефекту <i>C</i>			0,02	0,02	0,02
НІР ₀₅ взаємодії <i>AB</i>			$F_T > F_\phi$	0,01	0,02
НІР ₀₅ взаємодії <i>AC</i>			0,04	0,02	0,03
НІР ₀₅ взаємодії <i>BC</i>			$F_T > F_\phi$	0,02	$F_T > F_\phi$
НІР ₀₅ взаємодії <i>ABC</i>			$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$

Таблиця А.18

Індекс листової поверхні посівів сорго у фазі виходу в трубку за різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву

Ширина міжрядь, см	Гібрид	Норма висіву насіння, тис. шт./га	Рік		
			2019	2020	2021
35	Флагг	100	1,87	1,71	1,84
		140	2,34	2,24	2,35
		180	2,82	2,73	2,90
		220	3,29	3,09	3,41
	Сват	100	1,72	1,63	1,76
		140	2,17	2,16	2,27
		180	2,65	2,67	2,84
		220	3,10	3,01	3,39
45	Флагг	100	1,80	1,70	1,84
		140	2,25	2,21	2,31
		180	2,68	2,69	2,73
		220	3,06	3,01	3,20
	Сват	100	1,69	1,61	1,71
		140	2,10	2,12	2,17
		180	2,53	2,65	2,65
		220	2,94	2,90	3,08
70	Флагг	100	1,72	1,65	1,81
		140	2,11	2,13	2,24
		180	2,47	2,60	2,64
		220	2,70	2,71	2,97
	Сват	100	1,60	1,58	1,63
		140	1,93	2,03	1,97
		180	2,26	2,48	2,35
		220	2,57	2,64	2,66
Середнє за варіантами ширини міжрядь		35	2,50	2,41	2,60
		45	2,38	2,36	2,46
		70	2,17	2,23	2,28
Середнє за гібридами		Флагг	2,43	2,37	2,52
		Сват	2,57	2,29	2,37
Середнє за нормами висіву насіння		100	1,73	1,65	1,77
		140	2,15	2,15	2,22
		180	2,57	2,64	2,69
		220	2,94	2,89	3,12
НІР ₀₅ головного ефекту <i>A</i>			0,03	0,03	0,03
НІР ₀₅ головного ефекту <i>B</i>			0,02	0,02	0,02
НІР ₀₅ головного ефекту <i>C</i>			0,03	0,03	0,03
НІР ₀₅ взаємодії <i>AB</i>			$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$	0,04
НІР ₀₅ взаємодії <i>AC</i>			0,06	0,06	0,05
НІР ₀₅ взаємодії <i>BC</i>			$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$
НІР ₀₅ взаємодії <i>ABC</i>			$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$

Таблиця А.19

Індекс листової поверхні посівів сорго у фазі досягання за різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву насіння

Ширина міжрядь, см	Гібрид	Норма висіву насіння, тис. шт./га	Рік		
			2019	2020	2021
35	Флагг	100	3,20	3,07	3,36
		140	3,84	3,90	4,11
		180	4,39	4,38	4,78
		220	4,86	4,73	5,31
	Сват	100	3,03	2,84	3,24
		140	3,73	3,66	4,02
		180	4,44	4,22	4,87
45	Флагг	100	3,12	3,01	3,30
		140	3,72	3,82	3,98
		180	4,20	4,27	4,55
		220	4,61	4,55	4,94
	Сват	100	2,96	2,82	3,21
		140	3,60	3,59	3,89
		180	4,23	4,12	4,60
70	Флагг	100	3,02	2,90	3,26
		140	3,55	3,63	3,85
		180	3,96	3,98	4,31
		220	4,20	4,15	4,59
	Сват	100	2,90	2,74	3,13
		140	3,44	3,46	3,70
		180	3,90	3,83	4,21
Середнє за варіантами ширини міжрядь		220	4,17	4,03	4,52
		35	4,04	3,93	4,40
		45	3,87	3,83	4,20
Середнє за гібридами		70	3,64	3,59	3,95
	Флагг		3,89	3,87	4,20
Середнє за нормами висіву насіння	Сват		3,82	3,70	4,17
		100	3,04	2,90	3,25
		140	3,65	3,68	3,93
		180	4,19	4,13	4,55
		220	4,54	4,42	5,00
НІР ₀₅ головного ефекту <i>A</i>			0,03	0,04	0,04
НІР ₀₅ головного ефекту <i>B</i>			0,02	0,03	$F_T > F_\phi$
НІР ₀₅ головного ефекту <i>C</i>			0,03	0,05	0,04
НІР ₀₅ взаємодії <i>AB</i>			$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$
НІР ₀₅ взаємодії <i>AC</i>			0,06	0,07	0,08
НІР ₀₅ взаємодії <i>BC</i>			$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$	0,06
НІР ₀₅ взаємодії <i>ABC</i>			$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$

Таблиця А.20

Площа листя однієї рослини гібридів сорго у фазі кушіння за різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву, см²

Ширина міжрядь, см	Гібрид	Норма висіву насіння, тис. шт./га	Рік		
			2019	2020	2021
35	Флагг	100	946	904	1012
		140	902	899	987
		180	876	858	933
		220	686	812	916
	Сват	100	861	730	896
		140	829	714	879
		180	814	697	852
		220	763	658	845
45	Флагг	100	930	910	1003
		140	855	875	934
		180	798	832	864
		220	738	765	821
	Сват	100	864	711	903
		140	790	672	858
		180	779	662	822
		220	720	621	779
70	Флагг	100	884	882	993
		140	792	816	900
		180	736	762	845
		220	662	647	815
	Сват	100	802	676	840
		140	730	610	787
		180	692	568	739
		220	631	487	692
Середнє за варіантами ширини міжрядь		35	835	784	915
		45	809	756	873
		70	741	681	826
Середнє за гібридами		Флагг	817	830	919
		Сват	773	651	824
Середнє за нормами висіву насіння		100	881	802	941
		140	816	764	891
		180	783	730	843
		220	700	665	811
НІР ₀₅ головного ефекту <i>A</i>			8,1	8,6	8,7
НІР ₀₅ головного ефекту <i>B</i>			6,6	7,0	7,1
НІР ₀₅ головного ефекту <i>C</i>			9,4	10,0	11,5
НІР ₀₅ взаємодії <i>AB</i>			$F_T > F_\phi$	12,2	12,8
НІР ₀₅ взаємодії <i>AC</i>			16,3	17,2	19,4
НІР ₀₅ взаємодії <i>BC</i>			13,3	14,1	15,2
НІР ₀₅ взаємодії <i>ABC</i>			23,0	$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$

Таблиця А.21

Площа листа однієї рослини гібридів сорго у фазі виходу в трубку за різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву, см²

Ширина міжрядь, см	Гібрид	Норма висіву насіння, тис. шт./га	Рік		
			2019	2020	2021
35	Флагг	100	2890	2928	2450
		140	2588	2769	2251
		180	2394	2602	2114
		220	2280	2405	2015
	Сват	100	2722	2806	2353
		140	2427	2641	2168
		180	2286	2562	2068
		220	2157	2342	2002
45	Флагг	100	2821	2931	2427
		140	2486	2715	2157
		180	2291	2599	1949
		220	2110	2381	1851
	Сват	100	2683	2752	2271
		140	2352	2576	2069
		180	2187	2555	1944
		220	2042	2278	1805
70	Флагг	100	2630	2797	2397
		140	2286	2579	2099
		180	2058	2515	1889
		220	1815	2124	1705
	Сват	100	2473	2669	2173
		140	2144	2431	1867
		180	1898	2337	1703
		220	1736	2053	1534
Середнє за варіантами ширини міжрядь		35	2468	2632	2178
		45	2372	2598	2059
		70	2130	2438	1921
Середнє за гібридами		Флагг	2387	2612	2109
		Сват	2259	2500	1996
Середнє за нормами висіву насіння		100	2703	2814	2345
		140	2381	2619	2102
		180	2186	2528	1946
		220	2023	2264	1819
НІР ₀₅ головного ефекту <i>A</i>			17,6	33,9	20,2
НІР ₀₅ головного ефекту <i>B</i>			14,4	27,6	16,5
НІР ₀₅ головного ефекту <i>C</i>			20,3	39,1	23,3
НІР ₀₅ взаємодії <i>AB</i>			<i>F</i> _T > <i>F</i> _ф	<i>F</i> _T > <i>F</i> _ф	28,6
НІР ₀₅ взаємодії <i>AC</i>			35,2	67,7	40,4
НІР ₀₅ взаємодії <i>BC</i>			28,8	<i>F</i> _T > <i>F</i> _ф	33,0
НІР ₀₅ взаємодії <i>ABC</i>			<i>F</i> _T > <i>F</i> _ф	<i>F</i> _T > <i>F</i> _ф	<i>F</i> _T > <i>F</i> _ф

Таблиця А.22

Площа листя однієї рослини гібридів сорго у фазі досягання за різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву, см²

Ширина міжрядь, см	Гібрид	Норма висіву насіння, тис. шт./га	Рік		
			2019	2020	2021
35	Флагг	100	5498	5685	6627
		140	5006	5277	5863
		180	4621	4534	5207
		220	4263	3958	4634
	Сват	100	4536	5348	6316
		140	4447	4899	5912
		180	4353	4382	5405
		220	4326	3853	5009
45	Флагг	100	5416	5690	6861
		140	4570	5183	5810
		180	4225	4528	4919
		220	3835	3912	4292
	Сват	100	4654	5291	6257
		140	4396	4742	5509
		180	4356	4305	5043
		220	4114	3798	4396
70	Флагг	100	5127	5461	6417
		140	4672	4872	5438
		180	4112	4163	4610
		220	3733	3523	3889
	Сват	100	4731	5074	6019
		140	4327	4505	5204
		180	4230	3873	4586
		220	3861	3317	4039
Середнє за варіантами ширини міжрядь		35	4631	4742	5622
		45	4446	4681	5386
		70	4349	4349	5025
Середнє за гібридами		Флагг	4590	4732	5381
		Сват	4361	4449	5308
Середнє за нормами висіву насіння		100	4994	5425	6416
		140	4570	4913	5623
		180	4317	4298	4962
		220	4022	3727	4376
НР ₀₅ головного ефекту <i>A</i>			31,6	33,9	35,5
НР ₀₅ головного ефекту <i>B</i>			25,8	27,7	29,3
НР ₀₅ головного ефекту <i>C</i>			36,4	39,2	44,6
НР ₀₅ взаємодії <i>AB</i>			44,6	$F_T > F_\phi$	47,9
НР ₀₅ взаємодії <i>AC</i>			63,1	67,8	70,5
НР ₀₅ взаємодії <i>BC</i>			51,6	55,4	59,8
НР ₀₅ взаємодії <i>ABC</i>			89,3	$F_T > F_\phi$	96,8

Таблиця А.23

Фотосинтетичний потенціал посівів сорго зернового
різних груп стиглості за впливу різних варіантів поєднання
ширини міжрядь з нормою висіву в 2019 р., тис. м² діб/га

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Фази росту та розвитку				Сумарний ФПП
			кущіння	трубку-вання	викидання волоті	формування-достигання зерна	
35	Флагг	100	133,7	340,6	753,8	1367,7	2670,8
		140	175,8	416,3	920,4	1630,5	3253,4
		180	209,5	479,6	1050,1	1891,3	3771,8
		220	237,4	539,2	1158,6	2088,6	4193,3
	Сват	100	124,1	319,4	675,2	1204,2	2393,7
		140	167,7	397,8	837,5	1494,5	3005,8
		180	203,1	468,0	988,3	1771,8	3567,8
		220	234,5	513,2	1064,7	1915,0	3898,3
45	Флагг	100	129,3	327,5	726,3	1326,6	2586,0
		140	166,2	395,3	871,6	1598,1	3134,4
		180	197,4	455,1	996,4	1820,6	3606,9
		220	223,8	506,7	1096,8	1946,1	3941,3
	Сват	100	121,6	302,3	654,9	1184,1	2327,4
		140	155,7	373,6	803,5	1456,7	2881,1
		180	194,2	445,0	942,1	1719,3	3417,9
		220	221,8	497,4	1041,5	1844,4	3749,7
70	Флагг	100	124,6	308,7	678,0	1268,2	2452,6
		140	155,9	365,9	796,3	1512,5	2928,2
		180	183,2	410,4	887,1	1687,6	3293,6
		220	202,4	440,1	940,3	1744,5	3479,3
	Сват	100	115,3	290,8	692,7	1220,8	2380,4
		140	145,8	350,3	852,3	1457,4	2889,3
		180	180,5	392,1	949,0	1662,6	3295,1
		220	203,3	426,7	1007,3	1780,0	3541,0
Середнє за чинником А		35	185,7	434,3	931,1	1670,5	3344,4
		45	176,3	412,9	891,6	1612,0	3206,0
		70	163,9	373,1	850,4	1541,7	3032,4
Середнє за чинником В	Флагг		178,3	415,5	906,3	1656,9	3246,0
	Сват		172,3	398,1	875,8	1559,2	3112,3
Середнє за чинником С		100	124,8	314,9	696,8	1261,9	2468,5
		140	161,2	383,2	846,9	1524,9	3015,4
		180	194,7	441,7	968,8	1758,8	3492,2
		220	220,5	487,2	1051,5	1886,4	3800,5
Середнє			175,3	406,8	891,0	1608,1	3194,3

Таблиця А.24

Фотосинтетичний потенціал посівів сорго зернового
різних груп стиглості за впливу різних варіантів поєднання
ширини міжрядь з нормою висіву в 2020 р., тис. м² діб/га

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Фази росту та розвитку				Сумарний ФПП
			кущіння	трубку-вання	викидання волоті	формування-достигання зерна	
35	Флагг	100	115,0	357,4	650,6	1282,4	2496,0
		140	159,6	471,7	840,2	1627,0	3225,9
		180	202,8	575,2	1021,4	1817,2	3777,7
		220	240,5	648,5	1125,0	1976,5	4190,9
	Сват	100	104,2	321,7	596,0	1140,2	2240,1
		140	143,8	428,5	771,8	1469,5	2928,0
		180	182,6	531,2	967,6	1702,3	3519,6
		220	214,0	601,6	1043,3	1846,1	3875,8
45	Флагг	100	112,4	351,6	635,4	1256,0	2445,6
		140	153,2	454,8	807,6	1601,4	3143,8
		180	190,5	553,1	971,2	1796,2	3673,3
		220	219,7	616,1	1035,7	1870,7	3940,7
	Сват	100	103,0	317,8	591,2	1129,6	2220,4
		140	139,7	421,1	765,6	1428,9	2865,6
		180	176,4	530,7	964,8	1656,4	3470,9
		220	207,2	583,0	1009,5	1775,7	3747,7
70	Флагг	100	105,3	337,6	604,7	1183,5	2320,9
		140	137,6	447,3	780,1	1471,0	2962,0
		180	166,4	536,2	885,9	1607,2	3356,6
		220	178,9	550,6	913,0	1680,6	3520,1
	Сват	100	98,6	309,0	568,1	1093,4	2149,2
		140	129,3	396,7	721,4	1398,6	2754,8
		180	156,8	487,2	846,8	1542,5	3174,8
		220	167,9	520,5	870,3	1613,8	3343,4
Середнє за чинником А		35	170,3	492,0	877,0	1607,7	3281,8
		45	162,8	478,5	847,6	1564,4	3188,5
		70	142,6	447,9	773,8	1448,8	2948,0
Середнє за чинником В		Флагг	165,2	491,5	855,9	1597,5	3254,5
		Сват	152,0	454,1	809,7	1483,1	3024,2
Середнє за чинником С		100	106,4	332,5	607,7	1180,9	2312,0
		140	143,9	436,7	781,1	1499,4	2980,0
		180	179,3	535,6	942,9	1687,0	3495,5
		220	204,7	586,4	999,5	1793,9	3769,8
Середнє			158,6	472,8	832,8	1540,3	3139,4

Таблиця А.25

Фотосинтетичний потенціал посівів сорго зернового
різних груп стиглості за впливу різних варіантів поєднання
ширини міжрядь з нормою висіву в 2021 р., тис. м² діб/га

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Фази росту та розвитку				Сумарний ФПП
			кущіння	трубку-вання	викидання волоті	формування-достигання зерна	
35	Флагг	100	142,5	348,6	780,3	1461,8	2811,4
		140	191,6	442,7	961,8	1764,3	3473,9
		180	234,7	535,1	1107,2	1986,6	4014,5
		220	278,8	621,9	1241,2	2151,4	4473,3
	Сват	100	130,6	330,5	726,0	1292,5	2553,2
		140	178,3	418,2	896,9	1563,9	3160,8
		180	221,4	515,9	1055,7	1789,1	3718,7
		220	266,1	606,5	1163,9	1951,8	4162,7
45	Флагг	100	140,3	336,4	774,7	1417,8	2749,5
		140	183,1	417,5	918,0	1652,6	3287,7
		180	218,3	488,8	1029,7	1821,2	3709,7
		220	252,0	552,3	1118,3	1919,3	4022,3
	Сват	100	130,1	312,7	704,5	1272,1	2490,6
		140	170,4	388,6	836,9	1479,5	2976,2
		180	208,3	463,4	957,1	1649,6	3412,0
		220	243,0	526,5	1045,6	1751,9	3727,1
70	Флагг	100	137,2	318,8	756,2	1353,2	2638,7
		140	172,9	385,7	865,8	1531,8	3065,0
		180	207,5	440,2	938,5	1678,9	3409,2
		220	239,3	480,3	989,2	1734,3	3615,4
	Сват	100	124,8	301,3	686,8	1217,0	2399,5
		140	162,2	361,8	791,9	1388,5	2801,0
		180	193,8	423,8	867,8	1584,3	3196,9
		220	225,3	475,5	920,7	1646,1	3419,0
Середнє за чинником А		35	205,5	477,4	991,6	1745,1	3546,7
		45	193,2	435,8	923,1	1620,5	3298,9
		70	182,9	398,4	852,1	1516,8	3068,0
Середнє за чинником В	Флагг		199,9	447,3	956,7	1706,4	3439,6
	Сват		187,9	426,9	887,5	1548,9	3168,1
Середнє за чинником С		100	134,3	324,7	738,1	1335,7	2607,2
		140	176,4	402,4	878,6	1563,4	3127,4
		180	214,4	477,9	992,7	1751,6	3576,8
		220	250,8	543,8	1079,8	1859,1	3904,0
Середнє			193,9	437,2	922,1	1627,5	3304,0

Таблиця А.26

Чиста продуктивність фотосинтезу посівів сорго зернового різних груп стиглості за впливу різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву в 2019 р., г/м²·добу

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Фази росту та розвитку			Середня за вегетацію
			кущіння	трубкування	викидання волоті	
35	Флагг	100	4,16	5,02	4,54	3,73
		140	4,19	5,07	4,56	3,77
		180	4,08	4,98	4,51	3,70
		220	4,10	4,86	4,43	3,64
	Сват	100	3,96	4,78	4,64	3,38
		140	3,87	4,81	4,57	3,40
		180	3,91	4,73	4,55	3,31
		220	3,88	4,70	4,52	3,32
45	Флагг	100	4,13	4,96	4,51	3,76
		140	4,10	4,92	4,47	3,73
		180	4,05	4,88	4,40	3,68
		220	4,02	4,75	4,32	3,61
	Сват	100	3,90	4,71	4,63	3,41
		140	3,94	4,73	4,60	3,39
		180	3,87	4,66	4,56	3,32
		220	3,81	4,60	4,50	3,27
70	Флагг	100	4,20	4,98	4,40	3,56
		140	4,11	4,85	4,31	3,50
		180	4,09	4,84	4,28	3,43
		220	4,07	4,72	4,13	3,24
	Сват	100	3,96	4,68	4,56	3,29
		140	3,91	4,63	4,50	3,22
		180	3,82	4,56	4,47	3,14
		220	3,87	4,41	4,30	3,01
Середнє за чинником А		35	4,02	4,87	4,54	3,53
		45	3,98	4,78	4,50	3,52
		70	4,00	4,71	4,37	3,30
Середнє за чинником В	Флагг		4,11	4,90	4,41	3,61
	Сват		3,89	4,67	4,53	3,29
Середнє за чинником С		100	4,05	4,86	4,55	3,52
		140	4,02	4,84	4,50	3,50
		180	3,97	4,78	4,46	3,43
		220	3,96	4,67	4,37	3,35
Середнє			4,00	4,79	4,47	3,45

Таблиця А.27

Чиста продуктивність фотосинтезу посівів сорго зернового різних груп стиглості за впливу різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву в 2020 р., г/м²·добу

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Фази росту та розвитку			Середня за вегетацію
			кущіння	трубкування	викидання волоті	
35	Флагг	100	3,95	4,50	4,40	3,50
		140	3,91	4,40	4,42	3,48
		180	3,94	4,42	4,45	3,45
		220	3,87	4,30	4,37	3,41
	Сват	100	3,73	4,30	4,26	3,29
		140	3,75	4,31	4,28	3,26
		180	3,72	4,27	4,23	3,20
		220	3,69	4,23	4,17	3,23
45	Флагг	100	3,96	4,52	4,37	3,43
		140	3,88	4,52	4,30	3,41
		180	3,93	4,46	4,32	3,33
		220	3,90	4,27	4,23	3,25
	Сват	100	3,71	4,35	4,20	3,26
		140	3,60	4,31	4,18	3,26
		180	3,69	4,23	4,13	3,17
		220	3,58	4,20	4,02	3,10
70	Флагг	100	3,87	4,47	4,32	3,30
		140	3,90	4,41	4,30	3,24
		180	3,86	4,33	4,24	3,10
		220	3,85	4,16	4,08	2,92
	Сват	100	3,70	4,25	4,11	3,17
		140	3,68	4,22	4,05	3,10
		180	3,60	4,13	3,96	3,02
		220	3,66	3,97	3,72	2,81
Середнє за чинником А		35	3,82	4,34	4,32	3,36
		45	3,78	4,36	4,21	3,28
		70	3,77	4,24	4,10	3,08
Середнє за чинником В		Флагг	3,90	4,40	4,32	3,32
		Сват	3,68	4,23	4,11	3,16
Середнє за чинником С		100	3,82	4,40	4,28	3,33
		140	3,79	4,36	4,26	3,29
		180	3,79	4,31	4,22	3,21
		220	3,76	4,19	4,10	3,12
Середнє			3,79	4,31	4,22	3,24

Таблиця А.28

Чиста продуктивність фотосинтезу посівів сорго зернового різних груп стиглості за впливу різних варіантів поєднання ширини міжрядь з нормою висіву в 2021 р., г/м²·добу

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Фази росту та розвитку			Середня за вегетацію
			кущіння	трубкування	викидання волоті	
35	Флагг	100	4,71	5,33	5,07	4,06
		140	4,66	5,30	5,00	4,01
		180	4,58	5,24	4,93	3,92
		220	4,56	5,13	4,81	3,83
	Сват	100	4,52	5,11	5,02	3,71
		140	4,50	5,07	4,97	3,70
		180	4,46	5,03	4,93	3,62
		220	4,39	4,98	4,88	3,53
45	Флагг	100	4,63	5,27	5,02	3,98
		140	4,54	5,20	4,96	3,94
		180	4,48	5,13	4,89	3,90
		220	4,42	4,96	4,80	3,77
	Сват	100	4,47	5,08	5,04	3,63
		140	4,47	5,02	5,01	3,60
		180	4,41	4,95	4,95	3,47
		220	4,33	4,82	4,85	3,41
70	Флагг	100	4,50	5,16	4,91	3,80
		140	4,53	5,14	4,80	3,70
		180	4,42	5,10	4,72	3,61
		220	4,37	4,81	4,58	3,43
	Сват	100	4,38	4,96	4,96	3,48
		140	4,34	4,90	4,90	3,41
		180	4,31	4,81	4,82	3,30
		220	4,23	4,66	4,58	3,16
Середнє за чинником А		35	4,55	5,15	4,95	3,80
		45	4,47	5,05	4,94	3,71
		70	4,39	4,94	4,78	3,49
Середнє за чинником В		Флагг	4,53	5,15	4,87	3,83
		Сват	4,40	4,95	4,91	3,50
Середнє за чинником С		100	4,54	5,15	5,00	3,78
		140	4,51	5,11	4,94	3,73
		180	4,44	5,04	4,87	3,64
		220	4,38	4,89	4,75	3,52
Середнє			4,47	5,05	4,89	3,67

Додаток Б
Структура врожаю та врожайність зерна гібридів сорго

Таблиця Б.1

Кількість рослин і волотей сорго зернового різних груп стиглості
за впливу норми висіву та ширини міжрядь, тис. шт./га

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Кількість рослин			Кількість волотей		
			Рік					
			2019	2020	2021	2019	2020	2021
35	Флагг	100	52,1	45,7	50,7	97,6	78,8	103,5
		140	72,7	62,7	70,1	132,5	111,2	140,8
		180	93,1	81,5	91,8	163,8	142,7	177,3
		220	112,4	98,5	114,6	180,3	155,5	197,8
	Сват	100	51,0	45,0	51,3	95,0	79,1	98,6
		140	70,6	62,8	68,0	126,3	110,3	131,3
		180	90,7	80,1	90,1	157,4	138,0	166,9
		220	110,2	97,7	110,2	168,1	146,2	179,4
45	Флагг	100	52,2	45,3	48,1	96,0	77,7	103,1
		140	71,8	63,1	68,5	130,3	110,2	137,1
		180	93,4	79,7	92,5	161,5	139,8	174,9
		220	113,1	96,4	115,1	176,0	153,3	187,4
	Сват	100	51,0	45,0	51,3	96,3	78,4	99,3
		140	71,0	62,7	70,6	126,0	107,1	133,2
		180	89,9	78,9	91,2	153,1	134,9	166,4
		220	109,8	95,8	115,8	161,6	142,6	176,8
70	Флагг	100	52,0	45,0	50,8	93,5	75,6	102,5
		140	72,2	62,8	70,8	126,1	106,1	136,6
		180	92,0	78,7	93,5	157,4	135,3	172,1
		220	111,3	95,5	118,0	168,3	143,5	180,3
	Сват	100	50,9	44,1	52,0	61,6	73,0	97,4
		140	70,4	61,7	71,1	122,4	102,4	129,3
		180	91,3	79,2	91,8	148,6	127,6	157,2
		220	110,0	94,1	111,9	159,2	135,0	166,5
Середнє за чинником А		35	81,6	71,8	80,9	140,1	120,2	149,5
		45	81,5	70,9	81,6	137,6	118,0	147,3
		70	81,3	70,1	82,5	133,4	112,3	142,7
Середнє за чинником В		Флагг	82,4	71,2	82,0	140,3	119,1	151,1
		Сват	80,6	70,6	81,3	133,8	114,6	141,9
Середнє за чинником С		100	51,5	45,0	50,7	95,0	77,1	100,7
		140	71,5	62,6	69,9	127,3	107,9	134,7
		180	91,7	79,7	91,8	157,0	136,4	169,1
		220	111,1	96,3	114,3	168,9	146,0	181,4
НР ₀₅ головного ефекту А			$F_T > F_\phi$	0,4	$F_T > F_\phi$	1,3	1,2	2,6
НР ₀₅ головного ефекту В				0,3	$F_T > F_\phi$	1,1	0,9	2,1
НР ₀₅ головного ефекту С				0,5	3,5	1,5	1,3	3,0
НР ₀₅ взаємодії АВ				0,6	$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$
НР ₀₅ взаємодії АС				$F_T > F_\phi$	0,8	$F_T > F_\phi$	2,6	2,3
НР ₀₅ взаємодії ВС				$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$	2,1	1,9
НР ₀₅ взаємодії АВС				1,2	$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$

Таблиця Б.2

Діаметр головного стебла на висоті 20 см від поверхні ґрунту та довжина волоті рослин сорго залежно від різних варіантів поєднання міжрядь з нормою висіву

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Діаметр стебла, мм			Довжина волоті, см		
			Рік					
			2019	2020	2021	2019	2020	2021
35	Флагг	100	16,2	15,3	17,1	28	25	30
		140	16,0	15,1	16,8	28	24	30
		180	15,0	14,5	16,3	26	25	29
		220	13,7	13,7	15,1	23	22	29
	Сват	100	14,8	14,4	15,9	26	23	27
		140	15,0	14,0	15,6	26	21	27
		180	13,2	13,0	15,4	23	22	26
		220	12,3	11,9	14,7	21	21	26
45	Флагг	100	16,0	15,2	17,1	28	26	30
		140	15,3	14,8	16,3	27	24	29
		180	13,8	13,6	16,0	24	23	29
		220	12,5	12,1	15,0	24	23	28
	Сват	100	14,7	14,5	15,9	28	22	27
		140	14,3	13,8	15,7	26	22	26
		180	13,0	12,6	15,0	23	20	26
		220	11,7	11,7	13,8	19	18	25
70	Флагг	100	15,5	14,8	17,0	27	23	29
		140	14,2	13,6	16,2	24	22	29
		180	13,1	12,8	15,6	20	20	28
		220	11,5	11,3	14,0	19	17	27
	Сват	100	14,1	13,8	15,6	26	21	26
		140	12,7	12,2	15,2	24	20	26
		180	11,5	11,0	14,5	21	18	25
		220	10,4	10,3	12,8	17	15	24
Середнє за чинником А		35	14,5	14,0	15,9	25	23	28
		45	13,9	13,5	15,6	25	22	28
		70	12,9	12,5	15,1	22	20	27
Середнє за чинником В	Флагг		14,4	13,9	16,0	23	23	29
	Сват		13,1	12,8	15,0	25	20	26
Середнє за чинником С		100	15,2	14,7	16,4	27	23	28
		140	14,6	13,9	16,0	26	22	28
		180	13,3	12,9	15,5	23	21	27
		220	12,0	11,8	14,2	21	19	26
НР ₀₅ головного ефекту А			0,2	0,2	0,3	0,6	0,5	0,3
НР ₀₅ головного ефекту В			0,2	0,1	0,2	0,4	0,4	0,2
НР ₀₅ головного ефекту С			0,2	0,2	0,3	0,6	0,5	0,3
НР ₀₅ взаємодії АВ			0,3	0,3	$F_T > F_\phi$	0,8	0,7	$F_T > F_\phi$
НР ₀₅ взаємодії АС			0,4	0,4	$F_T > F_\phi$	1,1	1,0	0,5
НР ₀₅ взаємодії ВС			$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$	0,9	$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$
НР ₀₅ взаємодії АВС			$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$	$F_T > F_\phi$	1,6	1,4	$F_T > F_\phi$

Таблиця Б.3

Кількість зерен у волоті головного та бічного стебел сорго зернового за різних варіантів поєднання норми висіву та ширини міжрядь, шт.

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Зерен у волоті					
			головного стебла			бічного стебла		
			Рік					
			2019	2020	2021	2019	2020	2021
35	Флагг	100	1611	1561	1773	1430	1301	1556
		140	1598	1538	1768	1408	1308	1545
		180	1542	1485	1705	1381	1263	1528
		220	1456	1397	1598	1318	1181	1448
	Сват	100	1967	1937	2146	1580	1542	1732
		140	1960	1925	2126	1562	1530	1736
		180	1937	1896	2077	1556	1521	1671
		220	1868	1820	2008	1502	1450	1620
45	Флагг	100	1620	1549	1752	1417	1296	1553
		140	1587	1528	1742	1398	1274	1542
		180	1531	1482	1668	1356	1228	1501
		220	1428	1366	1561	1296	1170	1403
	Сват	100	1963	1930	2101	1583	1531	1717
		140	1953	1913	2106	1555	1506	1685
		180	1919	1867	2051	1534	1472	1633
		220	1847	1774	1940	1480	1410	1546
70	Флагг	100	1593	1529	1713	1392	1276	1526
		140	1550	1488	1689	1360	1233	1521
		180	1326	1252	1627	1154	1048	1382
		220	1133	1089	1490	1032	962	1252
	Сват	100	1931	1905	2090	1562	1506	1701
		140	1894	1868	2077	1512	1468	1648
		180	1859	1822	2008	1413	1396	1559
		220	1754	1656	1872	1391	1302	1429
Середнє за чинником А		35	1742	1695	1900	1467	1387	1605
		45	1731	1676	1865	1452	1361	1573
		70	1630	1577	1821	1352	1274	1502
Середнє за чинником В	Флагг		1498	1439	1674	1329	1212	1480
	Сват		1904	1860	2050	1519	1470	1640
Середнє за чинником С		100	1781	1735	1929	1494	1409	1631
		140	1757	1710	1918	1465	1387	1613
		180	1686	1634	1856	1399	1321	1546
		220	1581	1518	1745	1337	1246	1450
НР ₀₅ головного ефекту А			18	15	24,3	12	13	18,0
НР ₀₅ головного ефекту В			15	12	19,9	10	10	14,7
НР ₀₅ головного ефекту С			21	17	28,1	14	15	20,8
НР ₀₅ взаємодії АВ			26	21	$F_T > F_\phi$	18	18	$F_T > F_\phi$
НР ₀₅ взаємодії АС			36	30	$F_T > F_\phi$	25	26	36,0
НР ₀₅ взаємодії ВС			30	24	$F_T > F_\phi$	21	21	$F_T > F_\phi$
НР ₀₅ взаємодії АВС			51	42	$F_T > F_\phi$	35	36	$F_T > F_\phi$

Таблиця Б.4

Маса 1000 зерен з волоті головного та бічного стебел сорго зернового залежно від норми висіву та ширини міжрядь, г

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Маса 1000 зерен з волоті					
			головного стебла			бічного стебла		
			Рік					
			2019	2020	2021	2019	2020	2021
35	Флагг	100	30,2	29,4	28,8	30,2	29,2	28,6
		140	30,2	29,6	29,0	30,1	29,2	28,3
		180	30,2	29,4	28,8	30,0	29,1	28,6
		220	29,9	29,4	28,3	29,8	29,1	28,1
	Сват	100	21,2	20,9	19,7	20,9	20,9	19,4
		140	21,2	20,8	19,5	21,0	20,9	19,1
		180	21,1	20,9	19,4	20,9	20,7	19,1
		220	21,0	20,8	19,2	20,8	20,7	18,9
45	Флагг	100	30,2	29,6	29,1	30,1	29,1	28,6
		140	30,2	29,7	29,0	30,1	29,2	28,4
		180	30,2	29,4	28,6	30,0	29,1	28,0
		220	30,0	29,4	28,6	29,8	29,1	28,0
	Сват	100	21,2	20,9	19,3	21,2	20,8	19,2
		140	21,2	20,8	19,5	21,0	20,7	19,2
		180	21,1	20,7	19,3	20,8	20,7	18,9
		220	20,9	20,7	19,2	20,8	20,6	18,9
70	Флагг	100	30,2	29,4	28,6	30,2	29,0	28,3
		140	30,2	29,4	28,3	30,1	29,1	28,3
		180	29,6	29,4	28,3	29,8	28,9	28,2
		220	29,4	29,2	28,1	29,2	29,0	27,9
	Сват	100	21,0	20,8	19,7	20,8	20,7	19,2
		140	21,0	20,8	19,2	20,7	20,6	19,0
		180	20,8	20,7	19,2	20,7	20,6	18,9
		220	20,7	20,5	19,0	20,6	20,4	18,6
Середнє за чинником А		35	25,6	25,2	24,1	25,5	25,0	23,8
		45	25,6	25,2	24,1	25,5	24,9	23,7
		70	25,4	25,0	23,8	25,3	24,8	23,5
Середнє за чинником В	Флагг		30,0	29,4	28,6	29,9	29,1	28,3
	Сват		21,0	20,8	19,4	20,9	20,7	19,0
Середнє за чинником С		100	25,7	25,2	24,2	25,6	25,0	23,9
		140	25,7	25,2	24,1	25,5	25,0	23,7
		180	25,5	25,1	23,9	25,4	24,9	23,6
		220	25,3	25,0	23,7	25,2	24,8	23,4
Середнє			25,5	25,1	24,0	25,4	24,9	23,7

Таблиця Б.5

Маса зерен з волоті головного та бічного стебел сорго зернового
залежно від норми висіву та ширини міжрядь, г

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Маса зерен з волоті					
			головного стебла			бічного стебла		
			Рік					
			2019	2020	2021	2019	2020	2021
35	Флагг	100	48,7	45,9	51,1	43,2	38,0	44,5
		140	48,3	45,5	51,3	42,4	38,2	43,7
		180	46,6	43,7	49,1	41,4	36,8	43,7
		220	43,5	41,1	45,2	39,3	34,4	40,7
	Сват	100	41,7	40,5	42,3	33,0	32,2	33,6
		140	41,6	40,0	41,5	32,8	32,0	33,2
		180	40,9	39,6	40,3	32,5	31,5	31,9
		220	39,2	37,9	38,6	31,2	30,0	30,6
45	Флагг	100	48,9	45,9	51,0	42,7	37,7	44,4
		140	47,9	45,4	50,5	42,1	37,2	43,8
		180	46,2	43,6	47,7	40,7	35,7	42,0
		220	42,8	40,2	44,6	38,6	34,0	39,3
	Сват	100	41,6	40,3	40,5	33,6	31,8	33,0
		140	41,4	39,8	41,1	32,4	31,2	32,4
		180	40,5	38,6	39,6	31,9	30,5	30,9
		220	38,6	36,7	37,2	30,8	29,0	29,2
70	Флагг	100	48,1	44,9	49,0	42,0	37,0	43,2
		140	46,8	43,7	47,8	40,9	35,9	43,0
		180	39,2	36,8	46,0	34,4	30,3	39,0
		220	33,3	31,8	41,9	30,1	27,9	34,9
	Сват	100	40,6	39,6	41,2	32,5	31,2	32,6
		140	39,8	38,9	39,9	31,3	30,2	31,3
		180	38,7	37,7	38,6	29,2	28,8	29,5
		220	36,3	34,0	35,6	28,7	26,6	26,6
Середнє за чинником А		35	43,8	41,8	44,9	37,0	34,1	37,7
		45	43,5	41,3	44,0	36,6	33,4	36,9
		70	40,4	38,4	42,5	33,6	31,0	35,0
Середнє за чинником В	Флагг		45,0	42,4	47,9	39,8	35,3	41,9
	Сват		40,1	38,6	39,7	31,7	30,4	31,2
Середнє за чинником С		100	44,9	42,9	45,9	37,8	34,7	38,6
		140	44,3	42,2	45,4	37,0	34,1	37,9
		180	42,0	40,0	43,6	35,0	32,3	36,2
		220	39,0	37,0	40,5	33,1	30,3	33,6
НР ₀₅ головного ефекту А			0,4	0,4	0,7	0,3	0,3	0,6
НР ₀₅ головного ефекту В			0,3	0,3	0,6	0,3	0,3	0,5
НР ₀₅ головного ефекту С			0,5	0,5	0,8	0,4	0,4	0,7
НР ₀₅ взаємодії АВ			0,6	0,6	$F_T > F_\Phi$	0,4	0,5	$F_T > F_\Phi$
НР ₀₅ взаємодії АС			0,9	0,8	$F_T > F_\Phi$	0,6	0,7	1,2
НР ₀₅ взаємодії ВС			0,7	0,8	1,2	0,5	0,5	$F_T > F_\Phi$
НР ₀₅ взаємодії АВС			1,2	1,2	$F_T > F_\Phi$	0,9	1,0	$F_T > F_\Phi$

Таблиця Б.6

Біологічна врожайність зерна з волотей центральних і бічних стебел сорго зернового за різних варіантів поєднання норми висіву та ширини міжрядь, т/га

Ширина міжрядь, см (чинник <i>A</i>)	Гібрид (чинник <i>B</i>)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник <i>C</i>)	Біологічна врожайність зерна з волотей					
			головних стебел			бічних стебел		
			Рік					
			2019	2020	2021	2019	2020	2021
35	Флагг	100	2,54	2,10	2,59	2,16	1,26	2,35
		140	3,51	2,85	3,60	2,78	1,85	3,09
		180	4,34	3,56	4,51	3,24	2,25	3,74
		220	4,89	4,05	5,18	2,91	1,96	3,38
	Сват	100	2,12	1,82	2,17	1,69	1,10	1,59
		140	2,93	2,51	2,82	2,12	1,52	2,10
		180	3,71	3,17	3,63	2,43	1,82	2,45
		220	4,32	3,70	4,25	2,04	1,46	2,12
45	Флагг	100	2,55	2,08	2,45	2,11	1,22	2,44
		140	3,44	2,86	3,46	2,70	1,75	3,01
		180	4,32	3,47	4,41	3,14	2,15	3,46
		220	4,84	3,88	5,13	2,85	1,93	2,84
	Сват	100	2,12	1,81	2,08	1,69	1,06	1,58
		140	2,94	2,50	2,90	2,01	1,39	2,03
		180	3,64	3,05	3,61	2,33	1,71	2,32
		220	4,24	3,52	4,31	1,97	1,36	1,78
70	Флагг	100	2,50	2,02	2,49	2,00	1,13	2,23
		140	3,38	2,74	3,38	2,47	1,55	2,83
		180	3,61	2,90	4,30	2,53	1,71	3,07
		220	3,71	3,04	4,94	1,96	1,34	2,17
	Сват	100	2,07	1,75	2,14	1,49	0,90	1,48
		140	2,80	2,40	2,84	1,81	1,23	1,82
		180	3,53	2,99	3,54	1,91	1,39	1,93
		220	3,99	3,20	3,98	1,66	1,09	1,45
Середнє за чинником <i>A</i>		35	3,55	2,97	3,59	2,42	1,65	2,60
		45	3,51	2,90	3,54	2,35	1,57	2,43
		70	3,20	2,63	3,45	1,98	1,29	2,12
Середнє за чинником <i>B</i>		Флагг	3,64	2,96	3,87	2,57	1,68	2,88
		Сват	3,20	2,70	3,19	1,93	1,34	1,89
Середнє за чинником <i>C</i>		100	2,32	1,93	2,32	1,86	1,11	1,95
		140	3,17	2,64	3,17	2,32	1,55	2,48
		180	3,86	3,19	4,00	2,60	1,84	2,83
		220	4,33	3,57	4,63	2,23	1,52	2,29
НР ₀₅ головного ефекту <i>A</i>			0,08	0,06	0,08	0,08	0,06	0,06
НР ₀₅ головного ефекту <i>B</i>			0,06	0,04	0,06	0,06	0,06	0,04
НР ₀₅ головного ефекту <i>C</i>			0,10	0,06	0,10	0,10	0,08	0,06
НР ₀₅ взаємодії <i>AB</i>			0,12	0,08	$F_T > F_\Phi$	0,12	$F_T > F_\Phi$	0,08
НР ₀₅ взаємодії <i>AC</i>			0,16	0,12	$F_T > F_\Phi$	0,16	0,14	0,12
НР ₀₅ взаємодії <i>BC</i>			$F_T > F_\Phi$	$F_T > F_\Phi$	0,14	0,14	$F_T > F_\Phi$	0,10
НР ₀₅ взаємодії <i>ABC</i>			0,24	0,18	$F_T > F_\Phi$	$F_T > F_\Phi$	$F_T > F_\Phi$	$F_T > F_\Phi$

Таблиця Б.7

Кількість рослин і волотей сорго різних груп стиглості за впливу різних варіантів застосування стимулятора Вегестиму, тис. шт./га

Гібрид (чинник <i>B</i>)	Варіант застосування Вегестиму (<i>D</i>)	Кількість рослин			Кількість волотей		
		Рік					
		2019	2020	2021	2019	2020	2021
Іггор	1*	86,4	75,1	89,1	142,6	120,9	157,8
	2	86,7	75,1	90,9	142,7	121,2	158,2
	3	90,8	77,8	94,2	151,1	125,8	164,8
	4	93,2	80,9	96,6	156,3	131,2	168,3
	5	92,3	79,7	94,7	153,3	128,7	165,2
	6	95,0	82,9	94,5	159,7	134,7	168,0
Юкі	1	85,6	74,7	88,8	136,1	112,8	147,3
	2	86,7	76,0	89,2	137,4	114,7	147,7
	3	89,8	77,9	91,8	145,4	117,5	151,2
	4	92,0	80,4	93,8	149,2	122,5	155,5
	5	91,2	78,3	91,9	145,7	118,6	151,6
	6	93,0	82,1	93,5	152,6	124,8	155,1
Сват	1	87,3	77,1	91,9	140,8	121,9	156,2
	2	86,6	76,9	92,1	139,6	121,7	157,6
	3	91,6	80,8	97,7	148,5	127,3	166,8
	4	94,7	84,6	100,1	154,8	136,2	171,4
	5	92,7	83,9	98,2	150,3	133,6	168,0
	6	96,7	86,9	100,4	159,1	142,1	169,1
Флагг	1	89,2	77,2	91,3	149,0	126,0	164,6
	2	90,5	77,6	92,3	150,8	126,9	164,3
	3	94,4	81,2	95,2	160,0	133,6	169,7
	4	96,5	85,8	98,4	164,2	143,4	177,4
	5	95,3	84,9	96,1	161,2	139,0	170,6
	6	97,7	87,8	99,3	167,9	147,9	175,5
Середнє за чинником <i>B</i>	Іггор	90,7	78,6	93,3	151,0	127,1	163,7
	Юкі	89,7	78,2	91,4	144,4	118,5	151,4
	Сват	91,6	81,7	96,7	148,9	130,5	164,9
	Флагг	95,6	82,4	95,4	158,9	136,1	170,4
Середнє за чинником <i>D</i>	1	87,1	76,0	90,3	142,1	120,4	156,5
	2	87,6	76,4	91,1	142,6	121,1	157,0
	3	91,7	79,4	94,7	151,3	126,1	163,1
	4	94,1	82,9	97,2	156,1	133,3	168,2
	5	92,9	81,7	95,2	152,6	130,0	163,9
	6	95,6	84,9	96,9	159,8	137,4	166,9
НІР ₀₅ головного ефекту <i>B</i>		1,3	0,6	1,4	1,5	2,0	2,6
НІР ₀₅ головного ефекту <i>D</i>		0,6	0,9	1,0	2,3	1,8	2,8
НІР ₀₅ часткових ефектів <i>B</i>		3,3	1,5	3,4	3,6	5,0	6,4
НІР ₀₅ часткових ефектів <i>D</i>		1,2	1,8	1,9	4,6	3,7	5,5

Примітка: * – варіанти чинника *D*: 1 – контроль (сухе насіння); 2 – насіння оброблене водою; 3 – обробка насіння Вегестимом; 4 – обробка насіння + підживлення Вегестимом на початку виходу в трубку; 5 – обробка насіння + підживлення на початку викидання волоті; 6 – обробка насіння + два підживлення Вегестимом на початку фази виходу в трубку та викидання волоті.

Таблиця Б.8

Кількість зерен у волоті головного та бічного стебел сорго зернового за різних варіантів застосування стимулятора Вегестиму, шт.

Гібрид (чинник <i>B</i>)	Варіант застосування Вегестиму (чинник <i>D</i>)	Зерен у волоті					
		головного стебла			бічного стебла		
		Рік					
		2019	2020	2021	2019	2020	2021
Іггор	1*	1321	1296	1439	1018	1013	1213
	2	1315	1310	1436	1031	1011	1210
	3	1344	1306	1457	1027	1017	1252
	4	1370	1331	1482	1046	1023	1247
	5	1350	1317	1470	1036	1016	1238
	6	1378	1344	1506	1052	1035	1272
Юкі	1	1415	1389	1568	1092	1028	1246
	2	1429	1381	1573	1096	1031	1251
	3	1442	1406	1604	1104	1046	1263
	4	1458	1418	1631	1137	1038	1298
	5	1441	1403	1612	1109	1041	1280
	6	1466	1413	1640	1148	1050	1316
Сват	1	1873	1862	2056	1386	1420	1570
	2	1856	1867	2051	1391	1407	1563
	3	1881	1864	2083	1403	1428	1594
	4	1924	1876	2118	1409	1436	1617
	5	1896	1870	2096	1406	1422	1603
	6	1937	1885	2130	1413	1439	1634
Флагг	1	1378	1340	1560	1130	1086	1340
	2	1390	1344	1572	1134	1091	1351
	3	1396	1356	1594	1156	1093	1373
	4	1411	1377	1623	1165	1105	1392
	5	1404	1349	1598	1153	1096	1370
	6	1420	1392	1617	1176	1110	1409
Середнє за чинником <i>B</i>	Іггор	1346	1317	1465	1035	1019	1239
	Юкі	1442	1402	1605	1115	1039	1276
	Сват	1895	1871	2089	1401	1425	1597
	Флагг	1400	1360	1594	1152	1097	1373
Середнє за чинником <i>D</i>	1	1497	1472	1656	1157	1137	1342
	2	1498	1476	1658	1163	1135	1344
	3	1516	1483	1685	1173	1146	1371
	4	1541	1501	1714	1189	1151	1389
	5	1523	1485	1694	1177	1144	1373
	6	1550	1509	1723	1197	1159	1408
НІР ₀₅ головного ефекту <i>B</i>		34	13	37	21	12	25
НІР ₀₅ головного ефекту <i>D</i>		27	18	30	19	19	28
НІР ₀₅ часткових ефектів <i>B</i>		83	32	90	51	30	62
НІР ₀₅ часткових ефектів <i>D</i>		54	36	60	38	39	55

Примітка: * – варіанти чинника *D*: 1 – контроль (сухе насіння); 2 – насіння оброблене водою; 3 – обробка насіння Вегестимом; 4 – обробка насіння + підживлення Вегестимом на початку виходу в трубку; 5 – обробка насіння + підживлення на початку викидання волоті; 6 – обробка насіння + два підживлення Вегестимом на початку фази виходу в трубку та викидання волоті.

Таблиця Б.9

Маса 1000 зерен з волоті головного та бічного стебел сорго зернового за різних варіантів застосування стимулятора Вегестиму, г

Гібрид (чинник <i>B</i>)	Варіант застосування Вегестиму (чинник <i>D</i>)	Маса 1000 зерен з волоті					
		головного стебла			бічного стебла		
		Рік					
		2019	2020	2021	2019	2020	2021
Іггор	1*	31,2	30,6	29,8	31,0	30,4	29,1
	2	31,2	30,6	29,6	30,9	30,5	29,6
	3	31,2	30,6	29,9	31,0	30,4	29,4
	4	31,1	30,6	29,7	31,0	30,6	29,5
	5	31,3	30,8	30,2	31,0	30,5	29,3
	6	31,2	30,8	29,9	31,1	30,7	29,5
Юкі	1	26,5	26,1	25,2	26,1	25,8	24,3
	2	26,7	26,1	25,4	26,0	25,8	24,0
	3	26,5	26,2	25,1	26,0	26,0	24,3
	4	26,6	26,1	25,8	26,1	25,8	24,7
	5	26,8	26,4	25,5	26,3	26,0	24,3
	6	26,7	26,3	25,4	26,1	26,0	24,5
Сват	1	20,8	20,8	20,1	20,7	20,6	19,7
	2	20,9	20,8	19,6	20,7	20,6	19,9
	3	20,8	21,0	19,8	20,6	20,6	20,4
	4	20,9	20,9	20,5	20,7	20,6	20,2
	5	21,0	21,0	20,2	20,9	20,8	19,9
	6	21,0	21,0	20,7	20,8	20,9	20,4
Флагг	1	29,6	29,4	28,4	29,6	28,9	28,0
	2	29,4	29,3	28,1	29,7	28,9	28,2
	3	29,5	29,3	28,3	29,6	29,0	28,0
	4	29,6	29,4	28,8	29,6	28,9	28,4
	5	29,8	29,4	28,4	29,8	29,2	28,2
	6	29,8	29,6	28,8	29,8	29,2	28,6
Середнє за чинником <i>B</i>	Іггор	31,2	30,7	29,9	31,0	30,5	29,4
	Юкі	26,6	26,2	25,4	26,1	25,9	24,4
	Сват	20,9	20,9	20,2	20,7	20,9	20,1
	Флагг	29,6	29,4	28,5	29,7	29,0	28,2
Середнє за чинником <i>D</i>	1	27,0	26,7	25,8	26,9	26,4	25,3
	2	27,1	26,7	25,7	26,9	26,5	25,4
	3	27,1	26,8	25,8	26,8	26,5	25,5
	4	27,0	26,8	26,2	26,9	26,5	25,7
	5	27,2	26,9	26,1	27,0	26,6	25,4
	6	26,9	26,9	26,2	27,0	26,7	25,8
Середнє		27,1	26,8	26,0	26,9	26,5	25,5

Примітка: * – варіанти чинника *D*: 1 – контроль (сухе насіння); 2 – насіння оброблене водою; 3 – обробка насіння Вегестимом; 4 – обробка насіння + підживлення Вегестимом на початку виходу в трубку; 5 – обробка насіння + підживлення на початку викидання волоті; 6 – обробка насіння + два підживлення Вегестимом на початку фази виходу в трубку та викидання волоті.

Таблиця Б.10

Маса зерен з волоті головного та бічного стебел сорго зернового за різних варіантів застосування стимулятора Вегестиму, г

Гібрид (чинник <i>B</i>)	Варіант застосування Вегестиму (<i>D</i>)	Маса зерен з волоті					
		головного стебла			бічного стебла		
		Рік					
		2019	2020	2021	2019	2020	2021
Іггор	1*	41,2	39,7	42,9	31,6	30,8	35,5
	2	41,0	40,1	42,5	31,9	30,8	35,8
	3	41,9	40,0	43,6	31,8	30,9	36,8
	4	42,6	40,7	44,0	32,4	31,3	36,8
	5	42,3	40,6	44,4	32,1	31,0	36,3
	6	43,0	41,4	45,0	32,7	31,8	38,0
Юкі	1	37,5	36,3	39,5	28,5	26,5	30,3
	2	38,2	36,0	40,0	28,5	26,6	30,0
	3	38,2	36,8	40,3	28,7	27,2	30,7
	4	38,8	37,0	42,1	29,7	26,8	32,1
	5	38,6	37,0	41,1	29,2	27,1	31,1
	6	39,1	37,2	41,7	30,0	27,3	32,2
Сват	1	39,0	38,7	41,3	28,7	29,3	30,9
	2	38,8	38,8	40,2	28,8	29,0	31,1
	3	39,1	39,1	41,2	28,9	29,4	32,5
	4	40,2	39,2	43,4	29,2	29,6	32,7
	5	39,8	39,3	42,3	29,4	29,6	31,9
	6	40,7	39,4	44,1	29,4	30,1	33,3
Флагг	1	40,8	39,4	44,3	33,4	31,4	37,5
	2	40,9	39,4	44,2	33,7	31,5	38,1
	3	41,2	39,7	45,1	34,2	31,7	38,4
	4	41,7	40,5	46,7	34,5	31,9	39,5
	5	41,8	39,7	45,4	34,4	32,0	38,6
	6	42,3	41,2	46,6	35,0	32,4	40,3
Середнє за чинником <i>B</i>	Іггор	42,0	40,4	43,7	32,1	31,1	36,5
	Юкі	38,4	36,7	40,8	29,1	26,9	31,1
	Сват	39,6	39,1	42,1	29,1	29,5	32,1
	Флагг	41,5	40,0	45,4	34,2	31,8	38,7
Середнє за чинником <i>D</i>	1	39,6	38,5	42,0	30,6	29,5	33,5
	2	39,7	38,6	41,7	30,7	29,5	33,8
	3	40,1	38,9	42,6	30,9	29,8	34,6
	4	40,8	39,4	44,1	31,5	29,9	35,3
	5	40,6	39,2	43,3	31,3	29,9	34,5
	6	41,3	39,8	44,4	31,8	30,4	36,0
НІР ₀₅ головного ефекту <i>B</i>		0,9	0,5	1,5	0,4	0,6	0,9
НІР ₀₅ головного ефекту <i>D</i>		0,6	0,5	0,7	0,5	0,5	0,5
НІР ₀₅ часткових ефектів <i>B</i>		2,2	1,1	3,7	1,0	1,3	2,2
НІР ₀₅ часткових ефектів <i>D</i>		1,3	1,0	1,5	0,9	1,0	1,1

Примітка: * – варіанти чинника *D*: 1 – контроль (сухе насіння); 2 – насіння оброблене водою; 3 – обробка насіння Вегестимом; 4 – обробка насіння + підживлення Вегестимом на початку виходу в трубку; 5 – обробка насіння + підживлення на початку викидання волоті; 6 – обробка насіння + два підживлення Вегестимом на початку фази виходу в трубку та викидання волоті.

Таблиця Б.11

Біологічна врожайність зерна з волотей головних і бічних стебел сорго зернового за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестиму, т/га

Гібрид (чинник <i>B</i>)	Варіант застосування Вегестиму (<i>D</i>)	Біологічна врожайність зерна з волотей					
		головного стебла			бічних стебла		
		Рік					
		2019	2020	2021	2019	2020	2021
Іггор	1*	3,56	2,98	3,82	1,77	1,41	2,43
	2	3,55	3,01	3,86	1,79	1,42	2,41
	3	3,80	3,11	4,11	1,92	1,48	2,60
	4	3,97	3,29	4,25	2,04	1,57	2,64
	5	3,90	3,24	4,20	1,96	1,52	2,56
	6	4,08	3,43	4,25	2,11	1,65	2,79
Юкі	1	3,21	2,71	3,51	1,44	1,01	1,79
	2	3,31	2,74	3,57	1,45	1,03	1,76
	3	3,43	2,87	3,70	1,59	1,08	1,82
	4	3,57	2,97	3,95	1,69	1,13	1,98
	5	3,53	2,90	3,78	1,59	1,09	1,86
	6	3,63	3,05	3,90	1,79	1,17	1,98
Сват	1	3,41	2,98	3,80	1,53	1,31	1,99
	2	3,36	2,98	3,70	1,53	1,30	2,04
	3	3,59	3,16	4,03	1,64	1,37	2,25
	4	3,81	3,32	4,34	1,75	1,53	2,33
	5	3,69	3,30	4,15	1,70	1,47	2,23
	6	3,94	3,42	4,43	1,83	1,66	2,29
Флагг	1	3,64	3,04	4,04	2,00	1,53	2,75
	2	3,71	3,06	4,08	2,03	1,55	2,74
	3	3,89	3,22	4,29	2,24	1,66	2,86
	4	4,03	3,47	4,60	2,34	1,84	3,12
	5	3,99	3,37	4,36	2,26	1,73	2,88
	6	4,13	3,62	4,63	2,46	1,95	3,07
Середнє за чинником <i>A</i>	Іггор	3,81	3,18	4,08	1,93	1,51	2,57
	Юкі	3,45	2,87	3,74	1,59	1,09	1,87
	Сват	3,63	3,19	4,08	1,66	1,44	2,19
	Флагг	3,90	3,30	4,33	2,22	1,71	2,90
Середнє за чинником <i>D</i>	1	3,46	2,93	3,79	1,67	1,32	2,24
	2	3,48	2,95	3,80	1,70	1,33	2,24
	3	3,68	3,09	4,03	1,85	1,40	2,38
	4	3,85	3,26	4,29	1,96	1,52	2,52
	5	3,78	3,20	4,12	1,88	1,45	2,38
	6	3,95	3,38	4,30	2,05	1,61	2,53
НІР ₀₅ головного ефекту <i>B</i>		0,10	0,07	1,10	0,03	0,03	0,05
НІР ₀₅ головного ефекту <i>D</i>		0,10	0,09	0,09	0,04	0,04	0,05
НІР ₀₅ часткових ефектів <i>B</i>		0,23	0,16	0,24	0,06	0,08	0,12
НІР ₀₅ часткових ефектів <i>D</i>		0,20	0,17	0,18	0,09	0,08	0,11

Примітка: * – варіанти чинника *D*: 1 – контроль (сухе насіння); 2 – насіння оброблене водою; 3 – обробка насіння Вегестимом; 4 – обробка насіння + підживлення Вегестимом на початку виходу в трубку; 5 – обробка насіння + підживлення на початку викидання волоті; 6 – обробка насіння + два підживлення Вегестимом на початку фази виходу в трубку та викидання волоті.

Таблиця Б.12

Урожайність зерна сорго зернового різних груп стиглості за впливу різних варіантів поєднання ширини міжрядь і норми висіву, т/га

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Рік		
			2019	2020	2021
35	Флагг	100	4,16	3,06	4,25
		140	5,54	4,37	5,62
		180	6,61	5,18	7,04
		220	6,77	5,45	7,20
	Сват	100	3,40	2,66	3,18
		140	4,42	3,68	4,19
		180	5,45	4,57	5,20
		220	5,51	4,71	5,35
45	Флагг	100	4,14	3,01	4,10
		140	5,49	4,26	5,39
		180	6,51	5,11	6,76
		220	6,86	5,20	6,70
	Сват	100	3,36	2,65	3,13
		140	4,42	3,57	4,19
		180	5,26	4,31	5,17
		220	5,34	4,50	5,19
70	Флагг	100	3,94	2,87	4,07
		140	5,14	3,84	5,22
		180	5,27	4,07	6,35
		220	4,98	3,96	5,99
	Сват	100	3,20	2,34	3,08
		140	3,98	3,29	4,04
		180	4,63	4,02	4,77
		220	4,80	3,83	4,72
Середнє за чинником А		35	5,23	4,21	5,25
		45	5,17	4,08	5,08
		70	4,49	3,53	4,78
Середнє за чинником В	Флагг		5,45	4,20	5,72
	Сват		4,48	3,68	4,35
Середнє за чинником С		100	3,70	2,77	3,64
		140	4,83	3,84	4,78
		180	5,62	4,54	5,88
		220	5,71	4,61	5,86
НР ₀₅ головного ефекту А			0,14	0,08	0,06
НР ₀₅ головного ефекту В			0,10	0,06	0,04
НР ₀₅ головного ефекту С			0,16	0,08	0,06
НР ₀₅ взаємодії АВ			0,18	0,10	0,08
НР ₀₅ взаємодії АС			0,26	0,16	0,12
НР ₀₅ взаємодії ВС			0,22	$F_T > F_\Phi$	0,10
НР ₀₅ взаємодії АВС			0,38	0,22	$F_T > F_\Phi$

Додаток В

Якість зерна гібридів сорго зернового за впливу досліджуваних чинників

Таблиця В.1

Вміст сирого протеїну в зерні гібридів сорго зернового за різних варіантів поєднання норми висіву та ширини міжрядь, %

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Рік		
			2019	2020	2021
35	Флагг	100	10,60	10,85	10,74
		140	10,64	10,81	10,76
		180	10,52	10,92	10,74
		220	10,59	10,96	10,85
	Сват	100	11,23	11,56	11,43
		140	11,20	11,60	11,40
		180	11,32	11,61	11,51
		220	11,27	11,70	11,58
70	Флагг	100	10,63	10,93	10,86
		140	10,72	11,02	10,91
		180	10,76	11,04	10,97
		220	10,87	11,13	11,15
	Сват	100	11,35	11,69	11,47
		140	11,36	11,73	11,52
		180	11,48	11,86	11,60
		220	11,51	11,92	11,73
Середнє за чинником А		35	10,92	11,25	11,13
		70	11,09	11,42	11,27
Середнє за чинником В		Флагг	10,66	10,95	10,88
		Сват	11,31	11,69	11,51
Середнє за чинником С		100	10,93	11,25	11,11
		140	10,95	11,28	11,15
		180	11,01	11,34	11,20
		220	11,05	11,41	11,31
Середнє			10,98	11,32	11,19

Таблиця В.2

Вміст крохмалю в зерні гібридів сорго зернового за різних варіантів поєднання норми висіву та ширини міжрядь, %

Ширина міжрядь, см (чинник А)	Гібрид (чинник В)	Норма висіву, тис. нас./га (чинник С)	Рік		
			2019	2020	2021
35	Флагг	100	75,2	73,7	74,8
		140	75,2	73,6	74,8
		180	74,8	73,3	74,3
		220	74,4	73,0	73,6
	Сват	100	70,3	70,1	71,2
		140	70,1	70,2	71,0
		180	69,8	69,9	70,5
		220	69,6	69,5	69,8
70	Флагг	100	75,0	72,8	74,4
		140	74,9	72,3	74,1
		180	74,7	71,2	73,6
		220	73,2	70,0	72,0
	Сват	100	70,3	69,3	70,6
		140	70,1	69,1	70,1
		180	69,5	68,4	69,7
		220	68,3	67,5	68,0
Середнє за чинником А		35	72,4	71,7	72,5
		70	72,0	70,1	71,6
Середнє за чинником В		Флагг	74,7	72,5	74,0
		Сват	69,8	69,3	70,1
Середнє за чинником С		100	72,7	71,5	72,8
		140	72,6	71,3	72,5
		180	72,2	70,7	72,0
		220	71,4	70,0	70,9
Середнє			72,2	70,9	72,1

Таблиця В.3

Вміст сирого протеїну в зерні сорго залежно від впливу обробки насіння та позакоренових підживлень стимулятором росту Вегестимом, %

Гібрид (чинник <i>B</i>)	Варіант застосування Вегестиму (<i>D</i>)	Рік		
		2019	2020	2021
Іггор	1*	12,83	13,26	13,90
	4	12,72	13,11	13,15
	5	13,08	13,40	13,28
	6	12,94	13,36	13,26
Юкі	1	11,80	12,12	12,13
	4	11,68	12,09	12,17
	5	11,86	12,26	12,30
	6	11,81	12,18	12,33
Сват	1	11,15	11,36	11,56
	4	11,12	11,30	11,62
	5	11,28	11,51	11,73
	6	11,23	11,42	11,78
Флагг	1	10,61	10,94	10,92
	4	10,46	10,92	10,90
	5	10,78	11,24	11,16
	6	10,65	11,08	11,22
Середнє за чинником <i>B</i>	Іггор	12,89	13,28	13,20
	Юкі	11,79	12,16	12,23
	Сват	11,20	11,40	11,67
	Флагг	10,63	11,05	11,05
Середнє за чинником <i>D</i>	1	11,60	11,92	11,93
	4	11,50	11,86	11,96
	5	11,75	12,10	12,12
	6	11,66	12,01	12,15
Середнє		11,63	11,97	12,04

Примітка: * – варіанти чинника *D*: 1 – контроль (сухе насіння); 4 – обробка насіння + підживлення Вегестимом на початку виходу в трубку; 5 – обробка насіння + підживлення на початку викидання волоті; 6 – обробка насіння + два підживлення Вегестимом на початку фази виходу в трубку та викидання волоті.

Таблиця В.4

Вміст крохмалю в зерні сорго залежно від впливу обробки насіння та позакоренових підживлень стимулятором росту Вегестимом, %

Гібрид (чинник <i>B</i>)	Варіант застосування Вегестиму (<i>D</i>)	Рік		
		2019	2020	2021
Іггор	1*	70,3	68,8	69,3
	4	70,6	69,1	69,7
	5	69,0	68,3	68,1
	6	70,1	69,5	68,3
Юкі	1	66,8	65,7	66,4
	4	67,3	66,9	67,1
	5	66,0	66,0	66,1
	6	67,0	66,7	65,9
Сват	1	69,6	69,0	70,1
	4	70,2	69,8	69,3
	5	69,4	69,1	69,7
	6	70,7	70,3	68,5
Флагг	1	74,8	73,3	74,2
	4	74,9	74,2	74,4
	5	75,6	73,0	73,1
	6	77,3	73,5	73,5
Середнє за чинником <i>B</i>	Іггор	70,0	68,9	68,9
	Юкі	66,8	66,3	66,4
	Сват	70,0	69,6	69,4
	Флагг	75,7	73,5	73,8
Середнє за чинником <i>D</i>	1	70,4	69,2	70,0
	4	70,8	70,0	70,1
	5	70,0	69,1	69,3
	6	71,3	69,9	69,1
Середнє		70,6	69,6	69,6

Примітка: * – варіанти чинника *D*: 1 – контроль (сухе насіння); 4 – обробка насіння + підживлення Вегестимом на початку виходу в трубку; 5 – обробка насіння + підживлення на початку викидання волоті; 6 – обробка насіння + два підживлення Вегестимом на початку фази виходу в трубку та викидання волоті.

Додаток Г
Акти впровадження науково-дослідних і технологічних розробок

Додаток Г.1

Фермерське господарство «**ТАТЬЯНА ЛТД**»
92900, вул. Куленкова, 38. м. Кременна, Кременський район, Луганська область

ОКПО 21791997 ПІН 217919912194
т. 050-589-29-12
kubandonbas@gmail.com

р/р 853047950000026005053724508
Філія КБ «Приватбанк»

№ 20..... р.
..... на №

АКТ

впровадження науково-дослідних і технологічних розробок

- Місце впровадження – ФГ «ТАТЬЯНА ЛТД» Кременський район, Луганської області.
- Найменування розробки, яка впроваджується – Оптимізація елементів технології вирощування сорго зернового в умовах Північного Степу України.
- Автор розробки – аспірант кафедри рослинництва ХНАУ ім. В.В. Докучаєва Давиденко Станіслав Юрійович.
- Якою науковою установою прийняте рішення рекомендувати до впровадження – Вченою радою агрономічного факультету ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, протокол № 3 від 15.03.2021 р.
- Об'єм впровадження – 12,0 га.
- Умови впровадження (погодні, ґрунтові) – За кількістю опадів та їхнім розподілом впродовж вегетації рослин умови в цілому були типовими для району проведення досліджень. Температура повітря, особливо в другій половині вегетації, дещо перевищувала показники кліматичної норми. Ґрунти – середньо-гумусні чорноземи
- З яким контролем проводилася порівняльна оцінка рекомендованих варіантів, що запроваджувалися – Контролем у досліді з порівняння різних норм висіву насіння та способів сівби був прийнятий у виробництві варіант, а саме: висів з нормою висіву насіння 160 тис. шт./га в поєднанні з міжряддями 70 см.
- Оцінка результатів впровадження (наводиться порівняння з контролем, відмічається перевага або недоліки) – Вирощування гібриду сорго зернового французької селекції Флаг із застосуванням рекомендованих варіантів (норма висіву насіння 180 тис. шт./га у поєднанні з міжряддями 35 см) забезпечило підвищення врожайності порівняно з контрольним варіантом на 0,65 т/га (12,8 %).
- Фактичний економічний ефект: з розрахунку на 1 га – 3250 грн, з усієї площі – 39000 грн.
- Відповідальні виконавці:
від виробництва – Голова ФГ «ТАТЬЯНА ЛТД» Коваленко С.В.
від університету – аспірант Давиденко С.Ю.

Підписи: Голова ФГ «ТАТЬЯНА ЛТД»

Коваленко С.В.

Аспірант кафедри рослинництва

Давиденко С.Ю.

Акт складено 10 жовтня 2021 року.

Фізична особа підприємець
«ШЕВЧЕНКО СЕРГІЙ ВАСИЛЬОВИЧ»
 92911, вул. Шкільна, 48. с. Макіївка, Сватівський район, Луганська область

№ 20..... р.
 на №

АКТ

впровадження науково-дослідних і технологічних розробок

- ▶ **Місце впровадження** – ФОП «Шевченко Сергій Васильович» Сватівського району, Луганської області.
- ▶ **Найменування розробки, яка впроваджується** – визначення ефективності застосування стимулятора росту Вегестиму при вирощуванні сорго зернового.
- ▶ **Автор розробки** – аспірант кафедри рослинництва ХНАУ ім. В.В. Докучаєва Давиденко Станіслав Юрійович.
- ▶ **Рік впровадження** – 2021.
- ▶ **Об'єм впровадження** – 16,0 га.
- ▶ **Ґрунти і погодні умови** – за кількістю опадів та їхнім розподілом впродовж вегетації рослин умови в цілому були типовими для району проведення досліджень. Температура повітря, особливо в другій половині вегетації, децю перевищувала показники кліматичної норми. Ґрунти – середньо-гумусні чорноземи
- ▶ **З яким контролем проводилася порівняльна оцінка рекомендованих варіантів, що запроваджувалися** – контролем у досліді з визначення ефективності позакоренових підживлень стимулятором росту Вегестимом посівів сорго зернового гібриду Спринт W був варіант в якому позакоренево підживлення не проводили.
- ▶ **Оцінка результатів впровадження (наводиться порівняння з контролем, відмічається перевага або недоліки)** – вирощування гібриду сорго зернового Спринт W із застосуванням рекомендованого варіанту (проведення позакоренового підживлення на початку фази виходу рослин у трубку) забезпечило підвищення врожайності порівняно з контрольним варіантом на 0,26 т/га (5,8 %).
- ▶ **Фактичний економічний ефект:**
 - з розрахунку на 1 га – 1,3 тис. грн.;
 - з усієї площі – 20,8 тис. грн.
- ▶ **Відповідальні виконавці:**
 - від виробництва – Директор ФОП «Шевченко Сергій Васильович» Шевченко С.В.
 - від університету – аспірант Давиденко С.Ю.

Підписи: Директор ФОП «Шевченко Сергій Васильович»

Шевченко С.В.

Аспірант кафедри рослинництва

Давиденко С.Ю.

Акт складено 10 жовтня 2021 року.