

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

НАЙДЕНКО ВАЛЕНТИНА МИХАЙЛІВНА

УДК: 633.174:631.54

ДИСЕРТАЦІЯ

ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ СОРГО ЗЕРНОВОГО
ЗАЛЕЖНО ВІД ШИРИНИ МІЖРЯДДЯ ТА УДОБРЕННЯ В УМОВАХ
ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

06.01.09 «Рослинництво»
(сільськогосподарські науки)

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата наук

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

В. М. Найденко

Науковий керівник
Каленська Світлана Михайлівна
доктор сільськогосподарських наук, професор.

Київ – 2020

АНОТАЦІЯ

Найденко В. М. Продуктивність гібридів сорго зернового залежно від ширини міжряддя та удобрення в умовах Лівобережного Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук зі спеціальності 06.01.09 «Рослинництво». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2020.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та обґрунтовано практичне вирішення наукового завдання, що полягає у виявленні особливостей росту й розвитку рослин сорго зернового, формування врожаю та якості зерна сорту і гібридів ‘Лан 59’, ‘Брігга F1’ та ‘Бургто F1’ залежно від ширини міжряддя та удобрення в умовах Лівобережного Лісостепу України. Оскільки лише за комплексного підходу й удосконалення всіх цих факторів, які необхідні для росту і розвитку рослин можна отримати високу продуктивність і якість зерна від вирощування сорго зернового.

Було розроблено та удосконалено елементи технології вирощування для реалізації біологічного потенціалу продуктивності ранньостиглих сорту та гібридів сорго зернового для умов Лівобережного Лісостепу України. В комплексі визначено вплив агротехнічних прийомів (системи удобрення, ширини міжряддя) на формування урожаю ранньостиглих гібридів сорго на темно-сіро опідзоленому ґрунті. Визначено та обґрунтовано особливості формування площі листової поверхні, накопичення сухої речовини, чистої продуктивності фотосинтезу та фотосинтетичний потенціал. Встановлено вплив досліджуваних факторів на формування урожаю, якісні показники та накопичення основних елементів живлення в рослинах та зерні сорго. Здійснено кластерний аналіз за показниками елементів структури врожаю, урожайності та якості зерна. А також встановлено економічну та енергетичну ефективність вирощування сорго зернового залежно від особливостей елементів технології вирощування.

Набули подальшого розвитку питання вивчення впливу погодних умов на ріст і розвиток сорго зернового та формування економічної й енергетичної ефективності вирощування сорго зернового в умовах Лівобережного Лісостепу України.

На початку вегетації споживання елементів живлення з ґрунту рослинами сорго мінімальне, оскільки впродовж перших 30–35 діб після появи сходів надземна частина рослин росте дуже повільно, тоді як середній добовий приріст кореневої системи сорго досягає 2–3 см. За застосування максимальних норм азотного удобрення рослини сорго зернового досягали дещо пізніше порівняно із контрольними варіантами без удобрення. За ширини міжряддя 70 см вегетаційний період гібридів сорго зернового був найкоротшим, а на загущених посівах (міжряддя 35 см) рослини досягали на 2–4 доби довше, ніж на широкорядних.

Погодні умови в роки проведення досліджень різнилися між собою, але в цілому були характерними для Лівобережного Лісостепу України і сприятливими для вирощування сорго зернового. Тривалість вегетації в середньому за роки проведення досліджень, залежно від удобрення та ширини міжряддя, становила для сорту ‘Лан 59’ – 113–119 діб; а також для гібридів ‘Брігга F1’ – 112–116 діб та ‘Бургго F1’ – 111–115 діб. Збільшення норми азотних добрив подовжує період вегетації рослин на 1–3 доби порівняно з варіантами без додаткового удобрення. Коротший вегетаційний період сорту і гібридів сорго зернового спостерігався за ширини міжряддя 70 см, порівняно з міжряддям 35 см.

Для отримання високої продуктивності рослин особливо важливе формування оптимальної густоти стеблостою та рівномірний розподіл рослин по площі з урахуванням біологічних особливостей сорту та гібридів. Адже із шириною міжряддя тісно пов’язані параметри фотосинтетичної діяльності посівів сорго зернового, інтенсивності транспірації рослин, водоспоживання. В середньому по досліді найвищу густоту формували гібрид ‘Брігга F1’, що на час повних сходів становила 156,2–159,0 тис. шт./га, ‘Бургго F1’ – 154,0–

156 тис. росл./га та сорт 'Лан 59'—152,2–156,6. При цьому застосування додаткових доз азотних добрив не спричиняло достовірних змін в густоті посівів і в середньому по досліді за вегетаційний період втрачалось не більше 7,5 % від загальної кількості рослин на час повних сходів.

Враховуючи різне походження сорту і гібридів сорго вони помітно різнилися між собою за висотою. Висота рослин сорго зростала за ширини міжряддя 35 см та збільшення норми азоту під передпосівний обробіток ґрунту – 'Лан 59' – 130,2; 'Брігга F1' і 'Бургто F1' відповідно 126,4 та 122,7 см.

Суттєвий вплив на формування площі листкової поверхні виявляли як досліджувані елементи технології вирощування, так і погодні умови залежно від умов року. Встановлено, що максимальні показники площі листкової поверхні в досліджуваних сорту і гібридів сорго зернового були на варіантах застосування мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{60}$ та ширини міжряддя 70 см. Хоча за відхилення 0,3–0,4 тис. $m^2/га$ порівняно з варіантами застосування добрив $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40}$ отримані показники площі листкової поверхні перебувають у межах НІР. Тобто варіанти застосування додаткового азотного удобрення на рівні N_{40} та N_{60} достовірно не відрізняються один від одного на ранніх етапах росту та розвитку гібридів сорго. Найвища площа листкової поверхні формувалася на посівах сорго зернового у фазу цвітіння за ширини міжряддя 50 см та варіантах застосування мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{60}$ відповідно. Аналогічні дані отримано і на варіантах за ширини міжряддя 70 см. Аналіз біологічних відмінностей досліджуваних рослин сорго засвідчив, що в 'Лан 59' площа листкової поверхні в середньому по досліді знаходилася на рівні 55,7 тис. $m^2/га$, в 'Брігга F1' – 61,3 тис. $m^2/га$ та в 'Бургто F1' – 60,2 тис. $m^2/га$.

Інтенсивність накопичення сухої речовини та нагромадження вегетативної маси посівами сорго зернового формувалося під впливом погодних умов досліджуваних років, а також елементів технології вирощування, що вивчалися. Це у свою чергу ще й зумовлюється вищою кустистістю сучасних гібридів. Оптимальними щодо накопичення сухої речовини в усіх досліджуваних гібридів залишилися варіанти за ширини міжряддя 50 см та норми застосування добрив

$N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40-60}$., а саме посіви ‘Лан 59’ до фази повної стиглості накопичували 10,6–10,8; ‘Брігта F1’ і ‘Бургто F1’ – 16,2–16,3 та 15,0–15,2 т/га сухої речовини. Тобто максимальні показники з накопичення сухої речовини в середньому за 2015–2017 рр. формували посіви гібрида ‘Брігта F1’. В період після закінчення цвітіння до повної стиглості рослин збільшення сухої речовини на одиницю площі відбувалося в основному за рахунок утворення та досягання насіння. Показники фотосинтетичного потенціалу в період цвітіння-повна стиглість були максимальними за рахунок формування рослинами високих показників площі листової поверхні на одиницю площі. В сорту ‘Лан 59’ за ширини міжряддя 50 см та удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{20}$ ФП становив – 0,60 тис. м²/га, в гібридів ‘Брігта F1’ і ‘Бургто F1’ за норми удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{60}$ та ширини міжряддя 50 і 70 см – 0,51–0,46 тис. м²/га.

Чиста продуктивність фотосинтезу за вегетаційний період досягала найбільших показників у період вихід в трубку-викидання волоті. В період цвітіння-повна стиглість показник чистої продуктивності знижується. Оптимальними за чистою продуктивністю фотосинтезу виявилися варіанти вирощування сорго за ширини міжряддя 50 см в усіх досліджуваних гібридів.

Зі збільшенням норми азотних добрив спостерігали підвищення концентрації загального азоту в рослинах незалежно від ширини міжряддя та гібрида. Тобто отримана закономірність мала загальнобіологічний тип взаємодій. Стосовно відмінностей між досліджуваними варіантами з різним рівнем удобрення, то застосування різних норм азотного добрива не суттєво впливало на накопичення фосфору в рослинах сорго зернового. За результатами аналізу вмісту фосфору в рослинах досліджуваних гібридів сорго зернового в середньому по досліді мінімальний вміст фосфору встановлено у стеблах на час повного досягання насіння. Варто зауважити, що й накопичення калію в рослинах і зерні сорго не суттєво впливало на застосування різних доз азотного добрива.

Збільшення норми азотних добрив сприяло зростанню кількості продуктивних стебел, однак відхилення знаходяться в межах похибки досліді.

За ширини міжряддя зі збільшенням відстані у таких зменшувалася продуктивна кустистість рослин в усіх досліджуваних гібридів. Зважаючи на те, що відстані між рослинами в рядку, за ширини міжряддя 35, 50 та 70 см, становили 15, 10,5 та 7,5 см відповідно сприятливіші умови для формування більшої кількості продуктивних стебел спостерігалися за ширини міжряддя 35 см. Найвищі показники маси 1000 насінин отримано за ширини міжряддя 50 см і норми удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40-60}$, а саме у 'Лан 59' – 38,0–38,1, 'Брігга F1' – 38,5, 'Бургго F1' – 29,6 г.

Урожайність рослин сорго зернового за вирощування в умовах Лівобережного Лісостепу України в середньому за роки проведення дослідження змінюється від 4,89 до 8,69 т/га. Коливання урожайності по роках і досліджуваних чинниках становили від 3,98 до 9,14, у тому числі по сорту та гібридах: 'Лан 59' – 3,98–6,03; 'Брігга F1' – 6,49–9,14; 'Бургго F1' – 6,45–8,49 т/га. Вирощування сорго зернового за різної ширини міжряддя дало можливість встановити біологічні особливості щодо формування урожаю зерна. Сорт 'Лан 59' у середньому за роки досліджень формувал найвищий урожай за ширини міжряддя 50 см – 5,73 т/га, тоді як за 70 см урожайність була на 0,45 т/га нижчою порівняно з міжряддям 35 см. Гібриди по-іншому реагували на зміну ширини міжряддя. Так, за ширини міжряддя 35 см 'Брігга F1' формувал урожайність на рівні 7,78 т/га. Встановлено, що максимальна урожайність всіх гібридів відзначена за ширини міжряддя 50 см. Між урожайністю та рівнем удобрення азотними добривами сорго зернового існує позитивний помірний кореляційний зв'язок $r=0,49$.

Зі збільшенням норми азотних добрив спостерігається підвищення концентрації загального азоту в рослинах незалежно від ширини міжряддя та гібрида. Норми азоту не впливали достовірно на додаткове засвоєння фосфору та калію, вміст таких у рослинах залежав переважно від обсягів накопиченої біомаси, а їхня концентрація достовірно не змінювалася.

За результатами дисперсійного аналізу визначено частки впливу факторів на вміст протеїну в зерні сорго. Встановлено, що максимальний вплив

на формування цієї ознаки чинить фактор норми азотних добрив (52 %), а ширина міжряддя та гібрид впливають на 32 та 9 % відповідно. За внесення азоту під передпосівний обробіток ґрунту виявлена тенденція до зниження вмісту крохмалю, оскільки відзначена зворотна кореляція з вмістом протеїну. Вміст крохмалю в зерні сорго зумовлюється на 44 % властивостями гібрида; 21 % – нормою азотних добрив; 20 % – шириною міжряддя. Визначення вмісту жиру залежно від варіантів дослідів засвідчило тенденційність до його підвищення за збільшення ширини міжряддя та підвищення рівня азотного удобрення. Основними факторами, що впливали на вміст клітковини в зерні сорго були фактори гібрида (45 %) та ширини міжряддя (31 %).

За результатами кластеризації за показниками елементів структури врожаю, урожайності та якості встановлено, що найбільш віддалено розташований кластер сорту 'Лан 59'. Однак навіть гібриди 'Брігга F1' та 'Бургго F1' знаходяться у різних кластерах, тобто по-різному реагують на умови вирощування. Результати кластерного аналізу підтверджують неподібність досліджуваних гібридів на дещо вищому статистичному рівні. Тобто по суті з фізіологічної точки зору рослини на ширину міжряддя 70 см реагують по-іншому, ніж на ширину міжряддя 35 та 50 см і компенсації за рахунок зміни структурних елементів врожаю не відбувається.

Найбільш економічно вигідними виявилось вирощування гібридів 'Бургго F1' та 'Брігга F1', які забезпечили врожайність на рівні 8,66–8,69 т/га та 8,03–8,07 т/га з шириною міжряддя 50 см та за удобрення. Енергія, яка нагромаджена приростом врожаю значною мірою перевершує енергію витрат. Однак застосування додаткового підживлення азотними добривами не може бути компенсоване додатковим збором енергії з зерном сорго, тобто енергія, яка нагромаджена приростом врожаю, значно перевищує енергію витрат на застосування добрив.

Отримані та узагальнені результати досліджень дозволяють рекомендувати виробництву вирощувати гібриди сорго зернового 'Брігго F1' та 'Бургго F1' для одержання стабільної урожайності на рівні 8,00–8,50 т/га в

умовах Лівобережного Лісостепу України. Вміст протеїну в зерні сорго сорт 'Лан 59' становить 10,5–11,7 %; 'Брігга F1' – 10,8–11,7; 'Бургго F1' – 10,7–11,9 %.

Ключові слова: сорго зернове, ширина міжряддя, азотні добрива, урожайність, елементи структури врожаю, коефіцієнт енергетичної ефективності, економічна ефективність.

ANNOTATION

Naidenko V. M. The productivity of grain sorghum hybrids depending on inter-row spacing and fertilizing in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. – The manuscript.

Thesis for degree Candidate of Agricultural Sciences on specialty 06.01.09 "Plant Growing". – National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv. 2020.

In the dissertation, results of researches fertilizing influence, inter-row spacing, agrometeorological conditions on processes of growth, development, and productivity and quality of seeds formation of grain sorghum early ripening hybrids 'Lan 59', 'Brigga F1' and 'Burggo F1' in the conditions of the Left - Bank Forest - Steppe are resulted and substantiated. Because only with a comprehensive approach and improvement of all these factors, which are necessary for the growth and development of plants, is possible to get high productivity and grain quality from the grain sorghum cultivation. Therefore, the purpose of the research was to solve an important scientific problem precisely to optimize and improve the elements of growing technology.

Elements of growing technology were developed and improved to realize the biological potential of early-ripening grain sorghum hybrids productivity for the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The complex determines the influence of agronomic techniques (fertilizing systems, inter-row spacing) on the formation of early-ripening sorghum hybrids sowings on dark gray podzolic soil. Peculiarities of leaf surface area formation, dry matter accumulation, net photosynthesis productivity, and photosynthetic potential are determined and substantiated. The influence of the studied factors on yield formation, quality indicators, and accumulation of basic nutrients in plants and sorghum grains is

established. The cluster analysis on indicators of structural elements of yield, productivity, and quality of grain is carried out. And also the economic and energy efficiency of grain sorghum cultivation is established depending on features of growing technology elements.

The issues of studying the influence of weather conditions on the growth and development of grain sorghum and the formation of economic and energy efficiency of grain sorghum cultivation in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine were further developed.

At the beginning of the growing season, nutrients consumption from the soil by sorghum plants is minimal, because during the first 30–35 days after germination the aboveground part of the plants grows very slowly, but the sorghum root system has an average daily growth of 2–3 cm. Applying maximum doses of nitrogen fertilizers, plants of grain sorghum ripened a little later in comparison with the control variants without fertilizer. With an inter-row spacing of 70 cm, the vegetation period of grain sorghum hybrids was the shortest, and on thickened sowings (35 cm inter-row spacing) the plants ripened in 2–4 days longer than on broad rows.

To obtain high yields plants, it is especially important to form the optimal density of stems and uniform distribution of plants over the area, taking into account the biological characteristics of the hybrid. After all, the parameters of the photosynthetic activity of grain sorghum sowings, the intensity of plant transpiration, and water consumption are closely related to the inter-row spacing. On average, according to the experiment, the highest density was formed by the ‘Brigga F1’ hybrid, which at the time of full germination was 146.2 thousand units/ha. However, the application of additional doses of nitrogen fertilizers did not cause significant changes in crop density and, on average, no more than 7.5 % of the total number of plants was lost during the growing season.

Given the different origins, sorghum hybrids differed markedly in height. In the variants with additional application of nitrogen, the maximum height of sorghum plants of different hybrids was at inter-row spacing 35 cm and fertilizer rates background + N₆₀. Sorghum hybrids of different origins also differed in plant height. Thus, in the

hybrid 'Lan 59', the height of plants at full maturity was 130.2 cm, in the hybrids 'Brigga F1' and 'Burggo F1' 124.6 and 122.7 cm, respectively.

Both the studied elements of growing technology and weather conditions in terms of years had a significant impact on the leaf surface area formation. It was found that the maximum indicators of leaf surface area in the studied hybrids of grain sorghum were on the application of mineral fertilizers formation + N₆₀ and inter-row spacing 70 cm, although, with deviations of 0.3–0.4 thousand m²/ha compared to the application of fertilizers background + N₄₀ the obtained indicators of the leaf surface area are within the least significant difference. That is, the options for the application of additional nitrogen fertilizer at the level of N₄₀ and N₆₀ do not differ significantly from each other in the early stages of growth and development of sorghum hybrids. The maximum leaf surface area was formed on sowings of grain sorghum in the flowering phase with an inter-row spacing of 50 cm and variants of fertilizing background + N₄₀ and background + N₆₀, respectively, similar data were obtained on variants with an inter-row spacing of 70 cm. Analysis of biological differences in the hybrid 'Lan 59' the leaf surface area averaged 34.6 thousand m²/ha, in 'Brigga F1' – 38.1 thousand m²/ha and in 'Burggo F1' – 37.4 thousand m²/ha.

The dry matter accumulation in plants and vegetative mass accumulation by sowings of grain sorghum was formed under the influence of weather conditions of the studied years, as well as the studied elements of growing technology. Optimal in terms of dry matter accumulation in all studied hybrids were the options with the inter-row spacing of 50 cm and application doses of fertilizer background + N₄₀₋₆₀. In the period after the end of flowering to full maturity of plants, the increase in dry matter per unit area was mainly due to the formation and maturation of seeds. The maximum indicators for dry matter accumulation on average for 2015–2017 were formed by sowings of the hybrid 'Brigga F1' which were formed with the application background + N₄₀₋₆₀ and inter-row spacing of 50 cm, which for the period of full maturity was 16.16–16.33 t/ha, respectively.

Indicators of photosynthetic potential during flowering-full maturity were maximum due to the formation of maximum plants leaf surface area per unit area. In

the hybrid 'Lan 59' with inter-row spacing of 50 cm and fertilizing background + N₆₀ PP was – 0.60 thousand m²/ha and in the hybrids 'Brigga F1' and 'Burggo F1' with fertilizing rates background + N₄₀ and background + N₆₀.

The net productivity of photosynthesis during the growing season reached its highest in the period of stem elongation-ejection of the panicle. During the flowering period, full maturity, net productivity decreases. Optimal in terms of net productivity of photosynthesis were the options of sorghum growing with an inter-row spacing of 50 cm in all studied hybrids.

With an increase in the rate of nitrogen fertilizers, an increase in the concentration of total nitrogen in plants was observed, regardless of the width of the inter-row spacing and the hybrid. That is, the obtained pattern has a general biological type of interaction. As for the differences between the studied variants with different fertilizers, it should be noted that the use of different concentrations of nitrogen fertilizer did not significantly affect the accumulation of phosphorus in sorghum plants. According to the analysis results of the phosphorus content in the studied hybrids plants of grain sorghum, on average, according to the experiment of the studied hybrids, the minimum phosphorus content was in the stems at the time of full ripening of seeds. It should be noted that potassium accumulation in plants and grains of sorghum was insignificantly affected by the use of different doses of nitrogen fertilizer.

The increase in the rate of nitrogen fertilizers contributed to the increase in the number of productive stems, but the deviations were within the error of the experiment. As for the width between rows, with increasing distance between rows, the productive bushiness of plants in all studied hybrids decreased. Due to the fact that the distances between plants in a row, with an inter-row spacing of 35, 50 and 70 cm, were 15, 10.5 and 7.5 cm, respectively, the best conditions for the formation of more productive stems were with an inter-row spacing of 35 cm. Mass of seeds from one plant allows us to fully assess the individual productivity of plants of the studied hybrids. The best indicators of the 1000 seeds mass were obtained for the width between rows of 50 cm and fertilizing rates background + N₆₀, namely in 'Lan 59' –37.3, 'Brigga F1' – 37.4, 'Burggo F1' –30.2.

On average, over the years of research, we received from 6.33 to 7.29 t/ha of grain, depending on the year conditions. The maximum productivity was 50 cm in the hybrid 'Lan 59' – 5.41 t/ha, in 'Brigga F1' – 8.48 t/ha, and in 'Burggo F1' – 7.86 t/ha. That is, among hybrids the least productive was 'Lan 59' – 5.14 t/ha, and the average yield of 'Burggo F1' and 'Brigga F1' was 7.57 and 8.06 t/ha, respectively. The use of fertilizer N_{60} in comparison with N_{20} in the hybrid 'Lan 59' allowed to increase the yield by 0.41–0.51 t/ha, in the hybrid 'Brigga F1' – 0.27–0.40 t/ha, and in the hybrid 'Burggo F1' – 0.22–0.29 t/ha. In general, the hybrids of sorghum 'Burggo F1' and 'Brigga F1' provided the formation of average experimental productivity at the level of 7.57 and 8.06 t/ha and responded as well as possible to the application of additional fertilizer.

The most effective is the cultivation of grain sorghum hybrids 'Brigga F1' and 'Burggo F1' with an inter-row spacing of 50 cm and the use of nitrogen fertilizers in the normal background – N_{40} . Under the application of N_{60} fertilizer, the costs of an additional 20 kg/ha of nitrogen fertilizers were not fully offset by the yield increase.

According to the analysis of variance results, the proportions of factors influence on the protein content in sorghum grain were determined. It is established that the maximum influence on this trait formation is exerted by the factor of nitrogen fertilizers (52 %), and the inter-row spacing and the hybrid effect is 32 and 9 %, respectively. The starch content on average in the experiment was at the level of 73.84 %. The control variants without additional application of nitrogen fertilizers showed slightly higher values of starch content compared to the variants with N_{20-60} introduction, however, in general, these deviations are mainly within the error of the experiment ($LSD_{0.05}$) and are biased. The starch content in sorghum grain is most affected by the hybrid factor (44 %), a dose of nitrogen fertilizers – 21 % and inter-row spacing 20 %, respectively. Determination of fat content depending on the variants of the experiment showed a tendency to increase it, depending on the increase in the width of the rows and the increase in the level of nitrogen fertilizer. The main factors influencing the fiber content in sorghum grain were factors of hybrid (45 %) and inter-row spacing (31 %).

According to the results of clustering by yield structure, yield and quality, it was investigated that the most remote cluster of hybrids 'Lan 59', but even hybrids 'Brigga F1' and 'Burggo F1' are in different clusters, respond differently to growing conditions. The results of cluster analysis do not confirm the similarity of the studied hybrids at a higher statistical level. That is, essentially from a physiological point of view, plants react differently to the width between rows of 70 cm than to the width between rows of 35 and 50 cm, and there is no compensation due to changes in the structural elements of the crop.

To obtain stable and high productivity of grain sorghum in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, on soils with a low supply of easily hydrolyzed nitrogen, we recommend using the following elements of technology: to grow high-yielding intensive hybrids of grain sorghum 'Brigga F1', 'Burggo F1'; to obtain high yields of grain sorghum to sow with an inter-row spacing of 50 cm and to fertilize crops to apply nitrogen fertilizers at the rate of N_{40} in the spring for pre-sowing cultivation in the form of ammonium nitrate (34.5 %) with basic fertilizing $N_{60}P_{60}K_{60}$. (16:16:16).

Keywords: grain sorghum, inter-row spacing, nitrogen fertilizers, yield, elements of yield structure, energy efficiency coefficient, economic efficiency.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових фахових виданнях України:

1. Каленська С. М., **Найденко В. М.** Урожайність сорго зернового залежно від ширини міжрядь та системи удобрення. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2018. №26. С. 67–75. *(Здобувачем проведено експериментальні дослідження, узагальнено та проаналізовано результати щодо врожайності сорго зернового, підготовлено матеріали до друку).*

2. Каленська С. М., **Найденко В. М.** Якісний склад зерна сорго залежно від елементів технології вирощування. Таврійський науковий вісник. 2019. Вип. 105. С. 82–89. *(Здобувачем проведено лабораторні дослідження, проаналізовано результати щодо якісного складу зерна сорго, підготовлено статтю до друку).*

3. Бикін А. В., Антал Т. В., **Найденко В. М.** Фенологічні особливості сорго зернового залежно від впливу елементів технології вирощування. Таврійський науковий вісник. 2019. Вип. 107. С. 12–21. *(Здобувачем проведено польові і лабораторні дослідження, проаналізовано результати щодо фенологічних особливостей сорго зернового, підготовлено матеріали до друку).*

Статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних

4. Найденко В. М. Особливості формування елементів структури врожаю сорго зернового залежно від ширини міжрядь та удобрення. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Т. 15, №3. С. 288–295.

5. Каленська С. М., **Найденко В. М.** Економічна оцінка вирощування гібридів сорго зернового в умовах Лівобережного Лісостепу України. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2019. №2 (78). URL: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.02.008> *(Здобувачем проведено експериментальні дослідження, узагальнено та*

проаналізовано економічні показники сорго зернового, підготовлено статтю до друку).

Науково-практичні рекомендації

6. Каленська С. М., Новицька Н. В., Юник А. В., Каленський В. П., Гончар Л. М., Жовтун М. В., Черній В. П., Степаненко. Ю.П., Найденко В., Стерура І., Мазуренко Б. Технології вирощування малопоширених перспективних культур комплексного використання (Науково-практичні рекомендації щодо комплексу технологічних заходів К., 2017. 82 с.

Тези наукових доповідей:

7. **Найденко В. М.,** Каленська С. М. Стан і перспективи вирощування сорго зернового в умовах Лівобережного Лісостепу України та світі. Інноваційний розвиток АПК України: проблеми та їх вирішення: Міжнародна науково-практична конференція присвячена пам'яті декана агробіологічного факультету М. Ф. Рибак, м. Житомир, 19–20 листопада 2015 року: тези доповіді. Житомир, 2015. С. 86–89. *(Здобувачем особисто проаналізовано стан та перспективи вирощування досліджуваної культури, підготовлено матеріали до друку).*

8. Каленська С. М., **Найденко В. М.** Якість зерна гібридів сорго зернового залежно від ширини міжрядь та норми добрив. Інновації в освіті, та науці та виробництві: Міжнародна науково-практична відео-онлайн конференція, м. Київ, 23–24 листопада 2017 року. *(Здобувачем проведено лабораторні дослідження, аналіз результатів щодо якісних показників зерна сорго, підготовлено матеріали до друку)*

9. **Найденко В. М.** Формування площі листової поверхні сорго зернового залежно від мінеральних добрив. Рослинництво ХХІ століття: виклики та інновації. До 120-ти річчя кафедри рослинництва НУБіП України. ІІІ Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 25–26 вересня 2019 року: тези доповідей. К., 2019. С.161–163.

10. Каленська С. М., **Найденко В. М.** Особливості удобрення сорго зернового на темно-сірих опідзолених ґрунтах. Родючість ґрунтів як основа ефективного земле-користування: Всеукраїнська науково практична конференція, присвячена Всесвітньому дню ґрунтів, м. Київ – 10–11 грудня 2019 року: тези доповіді. К., 2019. С 53–54 *(Здобувачем визначено і проаналізовано особливості удобрення культури на темно сірих-опідзолених ґрунтах).*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	19
ВСТУП.....	20
РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ СОРГО ЗЕРНОВОГО (огляд літератури).....	26
1.1. Походження, господарське значення та перспективи виросування сорго зернового.....	26
1.2. Вимоги сорго зернового до умов розташування рослин у просторі (ширини міжряддя).....	34
1.3. Вимоги сорго зернового до умов мінерального живлення.....	38
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	47
2.1. Умови проведення дослідження.....	47
2.2. Методика проведення дослідження.....	50
РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ РОСЛИН СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗЕЛЕЖНО ВІД ШИРИНИ МІЖРЯДДЯ ТА УДОБРЕННЯ	58
3.1. Тривалість вегетаційного періоду рослин сорго зернового.....	58
3.2. Густота стояння рослин та висота рослин сорго зернового.....	62
3.3. Фотосинтетична активність посівів сорго зернового.....	67
3.4. Особливості накопичення елементів живлення в рослинах та зерні сорго.....	79
РОЗДІЛ 4 УРОЖАЙНІСТЬ СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ШИРИНИ МІЖРЯДДЯ ТА УДОБРЕННЯ.....	91
4.1. Структура врожаю залежно від ширини міжряддя та удобрення...	91

4.2. Урожайність сорго зернового залежно від ширини міжряддя та норми добрив.....	99
4.3. Якість зерна сорго зернового.....	103
4.4. Кластерний аналіз результатів досліджень.....	110
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО.....	118
5.1. Економічна ефективність технологій вирощування сорго зернового.....	118
5.2. Енергетична ефективність технологій вирощування сорго зернового.....	123
ВИСНОВКИ.....	127
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	130
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕ.....	131
ДОДАТКИ.....	156

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АПК України—Агропромисловий комплекс України

НУБіП України – Національний університет біоресурсів і природокористування України

ТОВ „Біотех ЛТД” –Товариство з обмеженою відповідальністю

с.–г. –сільськогосподарських

С3, С4 – типи фотосинтезу

НВ – найменша вологоємність

ФП – фотосинтетичний потенціал

ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу

д. р. – діюча речовина

Кс – коефіцієнт суттєвості відхилень

К_ее – коефіцієнт енергетичної ефективності

ГТК – гідротермічний коефіцієнт

НІР05 – найменша істотна різниця

к – контроль

ф – фон

шт. сх. нас./га – штук схожих насінин на 1 га

ВСТУП

Глобальні зміни клімату: потепління, зменшення кількості опадів, посуха зумовлюють не тільки зниження продуктивності традиційно вирощуваних в Україні сільськогосподарських культур, а й необхідність пошуку нових рослин– здатних адаптуватись до стресових чинників та сформувати високий рівень урожайності. Власне підбір посухостійких культур та поширення їх в умовах Лісостепу України дозволить забезпечити ефективне сільськогосподарське виробництво [2, 5, 6, 103, 140].

Зважаючи на вимоги до підбору нових культур сорго має багато переваг порівняно з іншими зерновими. Так, ця культура здатна формувати високі врожаї в різних кліматичних умовах на різноманітних ґрунтах завдяки потужній, глибоко проникаючій в ґрунт кореневій системі. Сорго посідає п'яте місце в світі серед зернових культур і за останні 50 років посівні площі в світі, зайняті під вирощуванням цієї культури, зросли на 60 % [61, 80, 104, 108].

Актуальність теми. Сорго зернове – цінна високоврожайна культура, яка за обсягами світового виробництва знаходиться на п'ятому місці серед зернових культур. За зміни клімату і напрямів використання культура набуває все більшого поширення в Україні. Останні десятиліття характеризувалися періодичними посушливими умовами саме в період вегетації ярих зернових культур, що призводило до значного зниження урожайності. Однією з альтернативних культур виступає сорго зернове. Якщо раніше до цієї культури відносилися насамперед як до джерела зеленої маси, необхідної для забезпечення потреб тваринництва, то наразі нею зацікавилися виробники зерна. Сорго зернове має значну господарську й агротехнічну цінність, переваги щодо універсальності використання – сировина для виробництва продовольчих товарів, біопалива, кормів тощо. Нестача енергетичних ресурсів зумовлює потребу використання відновлювальних ресурсів як джерела енергії– сорго за хімічним складом відповідає вимогам до виробництва різних видів біопалива.

Розширення посівних площ і підвищення врожайності сорго у Лівобережному Лісостепу України стримувалося відсутністю сортів і гібридів, адаптованих до умов вирощування та технологіями їх вирощування, які дозволяють максимально реалізувати їхній генетичний потенціал. На оптимізацію технології вирощування сорго зернового загалом та вивчення окремих елементів технології його вирощування спрямовано дослідження М. А. Шепеля, С. В. Красенкова, Д. Б. Рахметова, С. М. Каленської, М. І. Федорчука, І. П. Гринюк, Д. Шпаара, О. І. Присяжнюка, Н. О. Григоренко, Л. І. Сторожик, П. В. Климович, L Krzystek, K. Wajszczuk, S. R. Krishnareddy.

Зміни кліматичних умов, селекційні досягнення у створенні нових сортів і гібридів сорго зернового, придатних для вирощування в північних регіонах України, зумовили потребу в розробці технологій вирощування, зокрема ефективного застосування добрив за різної ширини міжряддя в посівах.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертаційної роботи виконано впродовж 2015–2018 рр. згідно з планом науково-дослідних робіт Національного університету біоресурсів і природокористування України відповідно до державної наукової теми: «Обґрунтування параметрів розширення біорізноманіття польових культур у виробництві біологічно- та енергетично цінної продукції» (номер державної реєстрації 0116U001587).

Мета та завдання дослідження. Метою дисертаційного дослідження визначено встановлення закономірностей росту і розвитку рослин сорго зернового, особливостей формування урожайності та якості зерна залежно від добрив та ширини міжряддя в посівах в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Поставлена мета зумовила розв'язання таких завдань:

- встановити особливості росту і розвитку рослин гібридів порівняно з сортом залежно від елементів технології вирощування та погодних умов – фенологія, формування вегетативних та генеративних органів, структурні елементи врожайності;

- встановити особливості формування та ефективність функціонування фотосинтетичного апарату посівів сорго залежно від змінних норм азотних добрив, внесених перед сівбою сорго та ширини міжряддя;
- обґрунтувати ефективність застосування добрив та ширину міжряддя щодо ефективності використання рослинами елементів живлення та формування врожайності, якості зерна сорго;
- дати економічну та енергетичну оцінку ефективності технологій вирощування сорго зернового;
- за результатами досліджень і виробничої перевірки рекомендувати виробництву розроблені елементи технології вирощування сорго зернового.

Об’єкт дослідження: процес формування продуктивності сорго зернового залежно від удобрення та ширини міжряддя.

Предмет дослідження: гібриди сорго зернового ‘Брігга F1’ і ‘Бургто F1’, сорт ‘Лан 59’, удобрення, ширина міжряддя, урожайність, якість зерна, економічна й енергетична ефективність технології вирощування сорго зернового.

Методи дослідження. У процесі виконання дисертаційного дослідження використовувалися загальнонаукові та спеціальні методи досліджень, а саме: польовий – встановлення впливу погодних умов і досліджуваних чинників на ріст і розвиток рослин, формування урожайності та якості зерна; вимірально-ваговий – для визначення біометричних параметрів росту і розвитку рослин та формування урожайності; математично-статистичний; дисперсійний; порівняльно-розрахунковий для визначення економічної та енергетичної ефективності технології вирощування.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що:

вперше в умовах Лівобережного Лісостепу України:

- обґрунтовано високу ефективність вирощування сорго зернового з урахуванням біокліматичного потенціалу зони;
- встановлено особливості росту і розвитку рослин, формування й ефективність функціонування фотосинтетичного апарату посівів сорго залежно

від змінних норм азотних добрив, внесених перед сівбою сорго, ширини міжряддя та погодних умов;

- встановлено ефективність використання рослинами сорго елементів живлення, їх накопичення в основній та побічній продукції;

- встановлено біологічний і господарський потенціал урожайності сорго зернового в умовах північної частини Лівобережного Лісостепу України;

- визначено економічну та енергетичну ефективність технологій вирощування сорго зернового;

- доведено, що кластерні групи за ознаками структури врожайності, урожайності, якості зерна значною мірою формуються у зв'язку з біологічними особливостями гібридів та їх реакцією на вирощування з різною шириною міжряддя та удобрення;

удосконалено систему удобрення сорго за рахунок передпосівного внесення азоту на фоні повного основного удобрення та доведено її високу ефективність;

набули подальшого розвитку: обґрунтування щодо впливу погодних умов на ріст і розвиток сорго зернового та формування його урожайності в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Практичне значення отриманих результатів полягає у розробці та рекомендації виробництву технології вирощування сорго зернового, яка забезпечує отримання стабільно високої урожайності зерна. Встановлено оптимальні норми внесення азотних добрив для удобрення сорго зернового та найбільш оптимальну ширину міжряддя, що забезпечує підвищення продуктивності культури.

Впровадження наукових розробок у виробництво здійснено у 2018 р. на полях ФГ «Вітчизна-Тиниця» на площі 21 га та у ФГ «Початок» на площі 17 га. Отримані результати виробничих випробувань підтвердили високу ефективність запропонованих елементів технології вирощування сорго зернового, за чистого прибутку від вирощування гібридів 'Бріґа F1' і 'Бурґго F1' відповідно 29,3 тис. грн/га та 31,1 тис грн/га (додаток К).

Особистий внесок здобувача. Автором особисто проведено теоретичне обґрунтування та практичне вирішення завдання щодо розширення виробництва сорго зернового шляхом впровадження технологій вирощування з урахуванням біокліматичного потенціалу регіону та біології гібридів. Дисертаційну роботу виконано здобувачем самостійно, зокрема визначено мету і завдання, здійснено пошук та аналіз літературних джерел, розроблено програму й схему дослідів, обґрунтовано методологію досліджень. Здійснено польові та лабораторні дослідження відповідно до поставлених завдань із використанням сучасних методик. За темою дисертації проведено узагальнення та аналіз вітчизняної і зарубіжної літератури. Узагальнено й обґрунтовано результати досліджень, зроблено їх систематизацію та сформульовано основні положення дисертаційної роботи, висновки та рекомендації виробництву. За результатами проведених досліджень самостійно та у співавторстві підготовлено й опубліковано наукові праці.

Автор висловлює подяку ТОВ «Біотех ЛТД» й особисто проф. А. В. Бикіну за сприяння у закладанні, проведенні польового дослідів на базі господарства та наукову співпрацю під час проведення дослідження.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень оприлюднено та обговорено на: Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційний розвиток АПК України: проблеми та їх вирішення» (м. Житомир, 2015 р.); Всеукраїнській науково-практичній відео-онлайн конференції «Біорізноманіття України в забезпеченні продовольчої та енергетичної безпеки» (м. Мукачеве – м. Київ, 2016 р.); III Міжнародній науково-практичній конференції «Рослинництво ХХІ століття: виклики та інновації. До 120-ти річчя кафедри рослинництва НУБіП України» (м. Київ, 2019 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Родючість ґрунтів як основа ефективного землекористування» (м. Київ, 2019 р.).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 10 наукових праць, з яких 3 статті у наукових фахових виданнях України, 2 статті у наукових фахових

виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних, науково-практичні рекомендації, 4 тези наукових доповідей (додаток А).

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з анотацій, вступу, п'яти розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, додатків. Роботу викладено на 179 сторінках комп'ютерного тексту. У роботі наведено 22 таблиці, 18 рисунків. Список використаних джерел налічує 258 найменувань, зокрема 48 латиницею.

РОЗДІЛ 1

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ СОРГО ЗЕРНОВОГО (огляд літератури)

1.1. Походження, господарське значення та перспективи вирощування сорго зернового

Сорго належить до однієї з найбільш важливих продовольчих, кормових та енергетичних культур і відзначається доволі широким ареалом вирощування в усьому світі [52, 66, 81, 201, 225, 231, 246]. Зміни кліматичних умов та нестача запасів викопних ресурсів (природного газу і нафтопродуктів, тощо) в Україні зумовлюють необхідність пошуку нових сільськогосподарських культур, які б характеризувалися високою врожайністю, посухостійкістю, невибагливістю до умов вирощування та біомаса яких була б вагомою складовою відновлюваних джерел енергії [9, 25, 26, 67, 82, 103, 181, 188, 205]. Однією з таких культур є сорго зернове.

За площами вирощування в світі серед зернових культур сорго посідає п'яте місце після пшениці, рису, кукурудзи і ячменю та третє серед зернофуражних культур [51; 68, 73, 176, 225]. Сорго відносять до родини злакових *Poaceae* або *Gramineae*. Рід сорго (*Sorghum Moench*) об'єднує за різними даними від 34 до 50 видів, серед яких наявні дикі й культурні, однорічні та багаторічні. Крім цього, об'єднує велику кількість різноманітних сортів та гібридів, які вирощують в усіх частинах світу і які відрізняються один від одного формою волоті, кольором, якістю зерна, висотою та товщиною стебел, періодом дозрівання [41, 146, 152, 214,].

До останнього часу сорго широко використовувалося в харчовій та кормовій промисловості. Проте останніми роками сорго як енергетична культура залучається як сировина для виробництва біопалива (біоетанолу, біогазу та твердого палива) [13, 254, 258]. Звідси, постає завдання й актуалізується розробка елементів технології вирощування зернового сорго, що забезпечить максимальне

накопичення енергетично корисних речовин (крохмаль, целюлоза, жирні кислоти) в рослинах. Тому метою проведення досліджень стало підвищення ефективності вирощування зернового сорго на основі визначення особливостей росту, розвитку, продуктивності та якості зерна і надземної біомаси залежно від біологічних особливостей та елементів технології вирощування в Лівобережному Лісостепу України [40, 47, 206, 207, 130].

Зернове сорго характеризується високою енергетичною цінністю завдяки високому вмісту крохмалю в зерні. Крохмаль із сорго слугує якісною сировиною для отримання цукристих речовин, на його основі виготовляють глюкозно-фруктозні сиропи. Відомо, що з одного гектара посівів зернового сорго в середньому можна отримати 7–12 т/га зерна із загальним вмістом крохмалю в зерні до 70–80 %. Вихід біоетанолу з гектара посівів зернового сорго може перевищувати 4,5 т/га, вихід енергії – 28 Г калл/га [38, 81, 160, 168]. Суху масу після видалення соку з надземної маси можна використовувати для виробництва твердого біопалива. Досліджено, що в середньому за врожайності 80 т/га біомаси (вміст сухої речовини 21 %) можна отримати 18,5 т/га твердого біопалива та 292 ГДж/га енергії [40, 73, 82, 196,].

Україна значно відстає від європейських сусідів та інших високотехнічних країн в питаннях розвитку біоекономіки, хоча й за наявності цього значного потенціалу. На думку фахівців, в країні для поліпшення ситуації необхідне створення координаційного центру з розробок у галузі відновлюваної енергетики, відпрацювання інших компонентів наукової інфраструктури з вивчення її перспектив [14, 21, 69, 105]. Крім того, наша держава істотно відстає в технологічно, що заважає навіть зацікавленим підприємствам налагодити випуск надійного й споживчо привабливого обладнання для відновлюваної енергетики [67, 190]. Паралельно з переглядом енергетичної програми необхідно прийняти нову Державну програму розвитку відновлюваної енергетики, де за мету має бути затверджено заміщення до 2030 р. 30 % енергоносіїв із традиційних джерел енергоносіями з відновлюваних джерел із зниженням їх вартості щонайменше вдвічі з покроковим описом руху до неї. Виконання такої

програми дасть змогу підвищити рівень енергетичної незалежності України, зменшити обсяг використання традиційних природних ресурсів, поліпшити екологічну ситуацію, удосконалити механізм державного управління та регулювання в галузі [78, 205]. Позитивним побічним, проте важливим ефектом стане наближення України до вимог Європейського Союзу з погляду реалізації положень Енергетичної хартії [66, 2015]. Також від зростання використання енергії відновлюваних джерел надходження коштів до державного бюджету за рахунок податку на прибуток за період 2011–2030 рр. прогнозується в обсязі 158 млрд грн, а до 2055 р. – 860 млрд грн. Крім того, надходження до бюджетів усіх рівнів зростуть за рахунок нарахувань на заробітну плату, орендних платежів, компенсацій за запобігання шкідливим викидам тощо. Це об'єктивно вигідний шлях, важливо тільки його розпочати [71, 153, 193, 205, 253].

За визначенням П. А. Мангуш, Ю. П. Даниленко, І. С. Вернидубова, сорго притаманна висока продуктивність, невибагливість до умов вирощування: посухостійкість, солестійкість. Так, сорго більш пластичне за вирощування в регіонах із високими середньодобовими температурами повітря та в умовах дефіциту вологи порівняно з кукурудзою [70, 85, 90, 107, 154].

Отже, звідси агрономічна цінність сорго полягає в біологічних особливостях культури що забезпечують збереження рослин у періоди посухи та високих температур, ефективне використання опадів, які випадають у другій половині літа, відновлення ростових процесів після тривалого безводного періоду. Однією з цінних біологічних властивостей сорго те, що воно слугує добрим попередником для зернових культур, а також можна висівати, як монокультуру. Саме в умовах посушливих зон півдня України, Молдови, Середньої Азії, Казахстану та на Північному Кавказі рослини сорго здатні формувати досить високі врожаї [4, 37, 80, 127, 146, 182, 256].

До України, а спочатку до Криму культура сорго була завезена з Туреччини. Вже у XIII столітті в Україні селяни вирощували віничне сорго під назвою «турецьке просо». Значного поширення за відповідності умов регіону біологічним особливостям культури сорго набуло в Криму, де його культивують

уже понад 250 років.

У подальшому сорго цукрове почали активно використовувати для виробництва патоки. Так, у 50-ті роки XIX століття в Києві було споруджено один з перших цукрових заводів із переробки сорго. Трохи пізніше у 80-ті роки в Подільській, Полтавській і Катеринославській губерніях також почало активно розвиватися сорго цукрове виробництво.

Дослідження з вирощування сорго зернового і цукрового для використання на корм худобі в південних районах України були започатковані А. І. Ізмаїльським з 80-х років XIX століття. Вони проводилися на Херсонській дослідній станції, також у ряді господарств Таврійської губернії, а починаючи з 1889 року в Полтавській губернії.

У 1892 р. агроном П. Дубровський закладав досліди з вирощування гаюляну в Полтавській губернії. З 1893 р. сорго стали вивчати на Дерябінському дослідному полі в Подільській губернії, потім у 90-х роках XIX століття, досліджував професор Є. Ю. Васильєв на дослідних полях Уманського землеробського училища. У 1908–1909 рр. професором В. В. Талановим на Верхньодніпровському дослідному полі вивчали сорти сорго, інтродуковані з США.

На початку XX століття з поширенням сортів сорго цукрового роль останнього як масово вирощуваної культури зростає. Адже сорго почали вирощувати на корм худобі, а частину врожаю використовували для приготування соргового бекмесу. А тому сорго в Криму власне називали цукровою тростиною.

У 1915–1917 рр. в Україні площі, зайняті під вирощуванням сорго цукрового розширилися, а культуру використовували для виробництва патоки. Однак з часом, успіхи в буряко-цукровому виробництві повністю витіснили цей напрям виробництва. Адже соргову патоку складно кристалізувати через значний вміст у її складі простих цукрів глюкози та фруктози [249].

Разом із тим, вже у 1932 р. в Криму сорго набуває універсального значення. В регіоні сорго не тільки вирощують на силос, що має високу якість зеленої маси

та кормову поживність, а й займаються насінництвом культури, також зустрічаються роботи щодо вирощування голозерного, білонасінного сорго на зерно [25, 133, 139, 208].

Одночасно з розвитком та вдосконаленням агрономічної дослідної справи в Україні розпочалися й дослід з агротехніки, селекції та насінництва сорго. Так, академік ВАСГНІЛ Б. П. Соколов створив у 1925–1930-х рр. сорти сорго: Ранній бурштин дніпропетровський, Віничне 623 та інші на Синельниківській селекційно-дослідній станції ВНДІ кукурудзи [55, 124, 142, 159, 184, 220, 241].

Як уже зазначалося, рослинам сорго зернового притаманна пластичність щодо адаптації до умов навколишнього середовища. Саме тому рослини поширені на значних територіях, де успішно вирощуються, адже вплив комплексу ґрунтово-кліматичних умов: температури, вологи, інтенсивності сонячної радіації, ґрунту визначає рівень ефективності вирощування тієї чи іншої культури [7, 29 61, 63, 152, 217].

Сорго – теплолюбна, світлолюбна рослина короткого дня. Із фізіологічної точки зору сорго відноситься до культур С4 типу фотосинтезу. А це значить, що надмірна сонячна радіація не завдає будь-якої шкоди рослинам порівняно з культурами С3 типу фотосинтезу, що дозволяє переносити без великих втрат період засухи та відновлювати ріст після нього, значно економніше витратити вологу на формування одиниці сухої речовини [1, 22, 26, 72, 86, 121, 150, 156].

У цілому ж сорго можна віднести до теплолюбних культур. Так, незважаючи на те, що насіння починає проростати при 10°C, оптимальною для проростання насіння, росту й розвитку рослин вважається температура в межах 25–30°C. Звідси сорго рекомендують висівати, коли середньодобова температура ґрунту на глибині 10 см досягне позначки 14–16°C [79, 97, 113, 114, 175].

Сівба сорго в недостатньо прогрітий ґрунт (7–8°C) призводить до пліснявіння насіння, зрідження сходів, знижує швидкість отримання повних сходів, рослини відстають у розвитку. Такі посіви не конкурентні з ранніми ярими та зимуючими видами бур'янів, рослини значніше уражуються хворобами. Крім того, в першій половині вегетації сорго чутливе до знижених

температур і заморозків, особливо у фазу цвітіння, коли можлива загибель рослин. При цьому сходи гинуть за мінус 2–3°C [20, 58, 59, 119, 141, 183, 187].

Упродовж перших 30–40 діб після появи повних сходів коренева система сорго розвивається дуже інтенсивно: добовий приріст у цей період становить 3–4 см. Водночас надземна частина рослини росте дуже повільно і рослина програє конкурентну боротьбу з бур'янами за вільні ніші в агроценозі [72, 99, 224].

Вплив надмірно високих температур призводить до значного пригнічення сорго, особливо у фазу росту від сходів до кушіння, коли ще не сформувалася потужна коренева система. За даними П. М. Шоріна, при ґрунтових і повітряних посухах сорго призупиняє ріст та переходить у «анабіотичний» стан, життєві процеси сповільнюються, проте рослина готова в будь-який момент їх активізувати при відновленні відповідних умов [51, 203, 217]. Так, у фазі викидання волоті температуру 40–45 С сорго переносить без негативних наслідків. Варто зазначити що у другій половині вегетаційного періоду оптимальною для росту і розвитку є температура 27–30°C, тоді як для кукурудзи – 20–23°C [232].

Загалом для сорго зернового сума активних температур у проміжок часу від сівби до сходів повинна становити 280–300°C, від сходів до викидання волоті – 1200–1300, від викидання волоті до молочно-воскової стиглості – 850–900°C і від молочно-воскової стиглості до повної стиглості – 150–180°C. Тобто, за вегетаційний період сума температур повинна бути не менше як 2480–2680°C [97, 161].

Разом із тим, за даними інших дослідників для росту та розвитку сорго зернового достатньо суми активних температур у період сівба –200–250°C, сходи-викидання волоті – 1100–1200, сходи-воскова стиглість зерна – 2100–2200°C [80, 174].

Стосовно споживання води рослинами сорго, то за рахунок наявності на листках і стеблах воскового нальоту це забезпечує в 1,5–2 рази економнішу витрату воду на утворення одиниці сухої речовини. Звідси такий рівень адаптації й дозволяє рослині зменшити витрати вологи, вижити за екстремальних умов і,

дочекавшись сприятливих, сформувати високий урожай [46, 85, 146, 152].

Водночас встановлено, що водоспоживання впродовж вегетаційного періоду доволі нерівномірне й значна частина вологи (близько 50 %) потрібна рослинам у проміжок часу за 10 діб до початку викидання волоті та опісля 10 діб після цвітіння. А тому критичний в плані водоспоживання період складає 25–30 діб, що загалом становить 20–25 % тривалості вегетаційного періоду [50, 162].

Польовими дослідями встановлено, що сорго споживаючи 100 мм вологи з ґрунту утворює 2,45 т/га зерна, тобто значно перевершує всі інші зернові культури за ефективністю використання вологи. На утворення одиниці сухої речовини сорго потребує 300 частин води, тоді як пшениця – 515, овес – 600, соняшник – 895 [100, 123, 142]. Тому навіть у регіонах з кількістю атмосферних опадів 200–300 мм на малогумусних ґрунтах, солончаках і солонцях сорго забезпечує 1,0–2,0 т/га зерна і 8,0–12,0 т/га зеленої маси [131, 171, 196].

В умовах недостатнього зволоження сорго здатне компенсувати нестачу фуражного зерна та або зеленого корму, адже в регіонах, де сума опадів становить 300–450 мм посіви сорго формують 2,0–2,5 т/га зерна і 20,0–25,0 т/га зеленої маси, а у зоні нестійкого зволоження відповідно 5,0–7,0 т/га зерна і 42,0–55,0 т/га зеленої маси [41, 198].

За вимогами до ґрунтів сорго може рости на піщаних, глинистих, а також на ґрунтах із підвищеним вмістом солей. Однак за аналогією з рештою сільськогосподарських культур – чим родючіший і окультуреніший ґрунт – тим вищий врожай сорго зернового можна отримати [112, 145, 207, 213].

Сорго також використовують як меліоруючу культуру при вирощуванні на солонцях. Однак вона не переносить хлоридних, заболочених ділянок, погано росте на кислих ґрунтах [70, 196].

Оптимальні умови для росту й розвитку рослин сорго зернового за рН 6,5–6,0, хоча витримують і рН 8,5–9,5 [24, 120, 136].

Для нормального розвитку кореневої системи оптимальна щільність ґрунту має знаходитися в межах 1,18–1,26 г/см³. Однак в цілому посіви сорго сприяють розпушуванню ґрунту і щільність в кореневмісному шарі знижується до 0,99–

1,16 г/см³. Такий ефект досягається передусім за рахунок формування в ґрунті міцної кореневої системи, що задовольняє потреби рослин у волозі і поживних речовинах в умовах недоступності останніх для їх інших культур [42, 59, 60, 97, 177, 196, 207].

Таким чином, за рахунок високої посухостійкості і солестійкості рослини формують значний урожай зерна і зеленої маси в несприятливі роки, та за стабільністю врожаю посідають одне з провідних місць серед польових культур [44, 216,].

На сьогодні США є найбільшим виробником сорго зернового у світі. Лідери за посівними площами під сорго – Канзас (понад 1 млн га) і Техас (660 тис. га), Колорадо (160 тис. га). З огляду на екстремальні погодні умови, що є наслідком глобального потепління, сорго вирощують передусім у посушливих місцевостях враховуючи [96, 186, 221, 228, 231, 234, 252].

У країнах Європейського Союзу відзначається ріст імпортного потенціалу до 800 тис. т проти 420 тис. т, що на 90 % більше, як у попередньому сезоні. Основними причинами нарощування обсягів імпорту сорго є зниження обсягів виробництва зернових культур в ЄС, різке зростання ціни на зерно на європейському ринку, а також зменшення рівня кінцевих запасів основних зернових культур. Останні роки зростає попит на зерно сорго серед країн Європейського союзу, Мексики, Японії і інших країн світу [186, 215].

Рослини сорго мають багато переваг, оскільки потреби у воді порівняно з іншими ярими культурами істотно нижчі і якщо в ґрунті зберігаються хоч невеликі запаси вологи воно продовжує свій ріст і розвиток незважаючи на несприятливі погодні умови не знижуючи відчутно своєї продуктивності [108, 131, 189]. На сьогодні воно дорожче зерна кукурудзи, а собівартість вирощування його значно нижча. Якісні показники зерна та вміст цілого спектру корисних елементів живлення значно підвищує його харчову цінність. На сьогодні поширення на ринку гальмується низькою поінформованістю, щодо технології вирощування, тобто впровадження в виробництво сорти і гібриди інтенсивного типу, особливо з урахуванням зони вирощування. Так, наприклад,

для зони Лісостепу висівати рослини ранньостиглі із коротким вегетаційним періодом і при необхідності його скорочення, а саме в період повної стиглості, застосовувати десиканти [33,62, 180]. Корисні властивості цієї культури достатньо високі [10, 16, 28, 52, 77, 94, 158, 166, 181, 199, 200, 204 207].

На території України сорго зернове висівають переважно в Степовій та Лісостеповій зоні. Найбільші посівні площі сорго зернового на території України відмічено в Одеській, Кіровоградській, Миколаївській, Херсонській та Дніпровській областях (рис. 1.1.), [49, 110, 192, 193, 202].

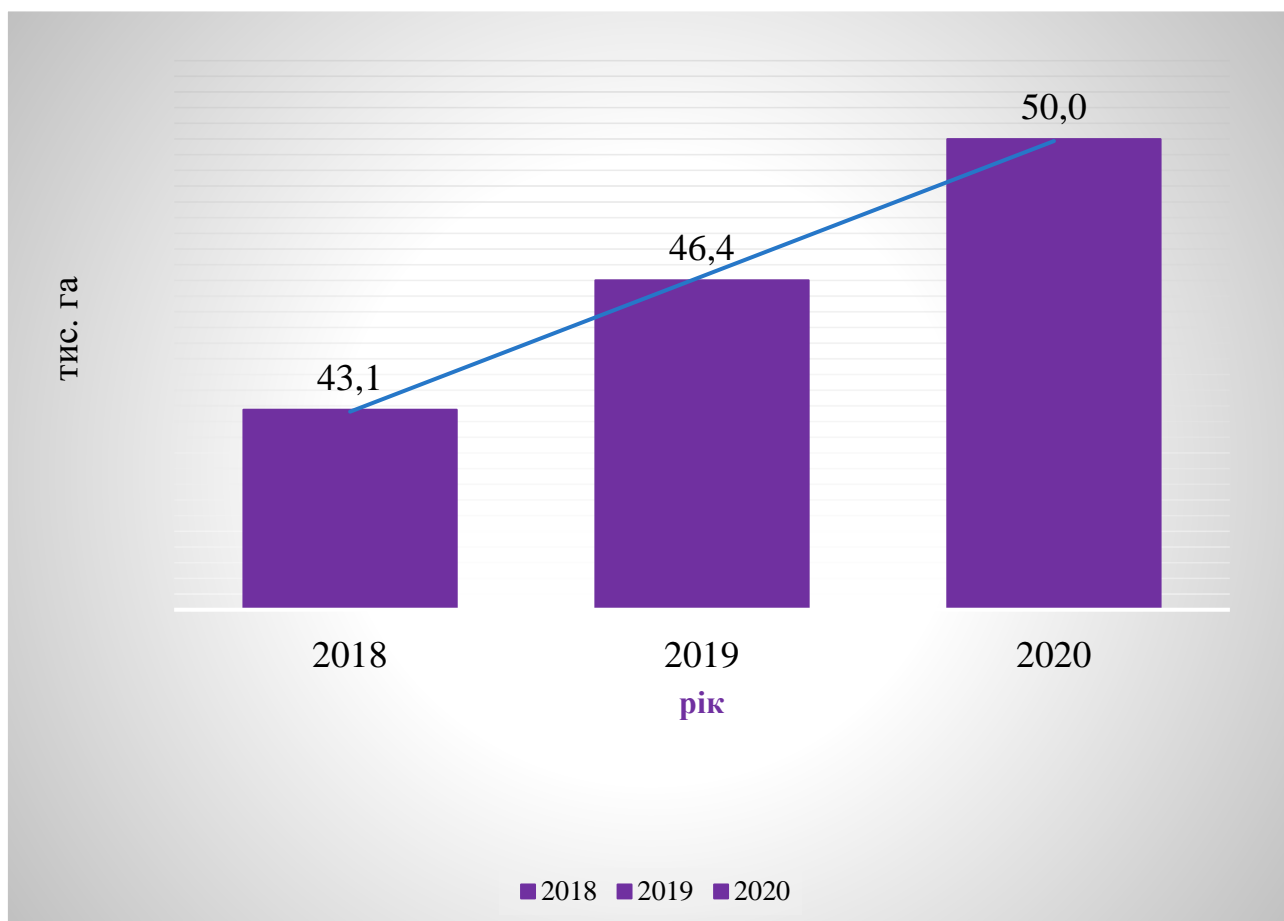


Рис. 1.1. Посівні площі сорго зернового в Україні, (2018–2020 рр.)

В Україні за прогнозами експертів загальна площа посівів сорго в Україні в найближчі 5–6 років має суттєво зрости з 43,1 тис. га до 2 млн. га. Тенденцію зростання можна вже простежити за даними державної служби статистики України за 2018–2020 рр., але стрімкого зростання, як передбачалося не досягнуто, оскільки потреба в розроблені і удосконаленні елементів технології

виращування залишається актуальною [19,27, 29, 49, 101, 111, 128, 153, 156, 163, 185].

1.2. Вимоги сорго зернового до умов розташування рослин у просторі (ширини міжряддя)

Науково обґрунтований вибір строків та способів сівби сорго залежить від ґрунтово-кліматичних умов регіону виращування, стану ґрунту, його вологості, біологічних особливостей сортів і гібридів, призначення посіву та спрямованості посівів на кормові чи зернові цілі [25, 183,187].

Так, для отримання високої продуктивності найважливіше значення має сприятливе поєднання факторів життя рослин на початкових фазах їх росту й розвитку. Чим сприятливіші умови для проходження першого і другого етапів, на яких утворюються зачатки стеблових вузлів, міжвузлів, листя, тим вища врожайність біологічної маси [15, 24, 211, 235].

В умовах недостатнього зволоження спосіб сівби, кількість рослин на одиниці посівної площі, з урахуванням їх сортових особливостей, а саме— продуктивної кущистості має дуже важливе значення, оскільки потрібно враховувати, як норму висіву, так і продуктивну кущистість враховуючи сортові особливості рослини. Правильне розміщення рослин сорго на площі є однією з найважливіших умов отримання високих і стабільних врожаїв [3, 18, 61, 148, 198].

Сорго, будучи високопластичною культурою, забезпечує досить високі врожаї зерна і зеленої маси у великому діапазоні площ та їх конфігурацій. При розміщенні на одиниці площі малої кількості рослин сорго інтенсивно кущиться, формує великі волоті, за рахунок чого формується добрий урожай. Якщо посіви загущені, кушіння різко послаблюється, зменшується маса зерна з однієї волоті, проте врожайність не знижується за рахунок збільшення продуктивних волотей на одиниці площі. Така реакція сорго на зміну величини та форми площі живлення зумовила велику різноманітність рекомендованих способів сівби й густоти стояння рослин [10, 85, 104, 115, 122, 152, 157, 197].

Однак за недостатнього зволоження кількість рослин на одиницю площі та

рівномірність їх розміщення має важливе значення. Адже розташування рослин на площі поля по різному впливає на мікроклімат у посівах, поширення хвороб, шкідників, бур'янів [190, 237, 253].

Розміщення невеликої кількості рослин із розрахунку на 1 м² площі сприяє інтенсивному куццю, тоді як, за вирощування рослин в умовах загущених посівів куццю значно послаблюється, а то й взагалі відсутнє. В такому випадку погана освітленість в загущених посівах погіршує азотний обмін і зменшує кількість сухої речовини, накопиченої рослинами [239].

Вирощування сорго з шириною міжряддя 15 і 30 см дозволяє отримувати високоякісну зелену масу, хоча такі варіанти поступаються за продуктивністю широкорядним посівам. Так, на час збирання запаси вологи в метровому шарі ґрунту за ширини міжрядь 15–30 см виявилися мінімальними порівняно з шириною міжрядь 45 см [95, 179, 192].

Дослідники відзначають, що за умови посушливого вегетаційного періоду найбільш ефективно вирощування сорго за широкорядної сівби, а в випадку оптимальних умов – навпаки [53, 79, 142].

Найпоширеніший спосіб сівби сорго в південних областях України та АР Крим широкорядний, з міжряддям 70 см [165]. Однак як показали численні дослідження, високі врожаї зерна і зеленої маси сорго отримують при ширині міжряддя 60 і, особливо, 45 см. Це пов'язано з можливістю в посівах з міжряддями 45 см при однаковій площі більш рівномірно розподіляти рослини в рядках.

За вирощування в Одеській області гібриду Степовий 5 він формував найвищу врожайність при ширині міжряддя 60–70 см і густоті рослин 120 тис./га, тоді як сорт Єфремовське 2 – за ширини міжряддя 45–60 см при густоті рослин 160 тис./га, а Горизонт – відповідно за ширині міжрядь 45 см і густоти рослин 200 тис./га.

В умовах Правобережного Лісостепу України, на чистих від бур'янів ґрунтах, найефективнішими виявилися дослід з вирощуванням сорго на зелену масу з шириною міжряддя 15 см, тоді як на засмічених ґрунтах краще себе

zareкомендували варіанти з розташуванням 5 рослин на 1 метр погонний [42,99, 235].

До вибору оптимальної ширини міжрядь та густоти посівів слід підходити диференційовано, з урахуванням біологічних вимог культури. Адже більшість гібридів та сортів сорго за вирощування в суцільних посівах із міжряддям 15 см формують набагато менший урожай, ніж широкорядні [37, 122, 172].

У Степу України оптимальна густота посівів для зернового сорго становить 140–160 тис. схожих насінин на 1 га. Для південної та східної частини Степу густоту зменшують до рівня 60–100 тис. схожих насінин/га, а в особливо сприятливі роки – 140 тис. схожих насінин/га [18].

В умовах Північного Кавказу на чистих від бур'янів ділянках вищу врожайність зеленої маси одержано за суцільної сівби. На засмічених полях доцільніше використовувати широкорядний спосіб, оскільки це дозволяє проводити міжрядні обробітки. У лісостеповій зоні Північної Осетії при суцільному рядковому способі сівби сорго цукрове забезпечило 55,3 т/га зеленої маси, пунктирному – на 2,2 т/га менше.

Дослідження, проведені на Поволжі та Північному Кавказі показують високу ефективність вирощування сорго за суцільних рядкових посівів із шириною міжряддя 15 см, широкорядних: 30, 45, 60, 70, 90 см і квадратно-гніздових – 70х70 см. Основні зміни продуктивності сорго, на думку авторів, залежать насамперед від ґрунтово-кліматичних умов регіону вирощування, а також і від напряму використання посівів – на силос чи на зерно [45, 59].

В Астраханській області за сівби з шириною міжряддя 70 см отримано врожай зеленої маси сорго 58,1 т/га, з шириною міжряддя 60 і 45 см – 58,5 і 59,5 т/га [174, 179.].

В умовах Степу України найбільша врожайність зерна гібриду Степовий 5 отримано за густоти рослин 120 тис./га, тоді як для сорту Генічеське 11 оптимальною виявилася густота стояння рослин 140 тис./га.

Найприйнятнішим способом сівби в умовах Степу та Лісостепу України виявився пунктирний з міжряддям 70 м. За такого способу максимальний збір

зерна сорго в степовій зоні отримано на рівні 5,0, у лісостеповій – 3,5–4,0 т/га.

Однак за результатами досліджень проведених у Донецькій області , ранньостиглі сорти та гібриди доцільніше висівати суцільним способом, що забезпечує додатковий збір 1,6 т/га зерна порівняно з широкорядним [4].

Як зазначає С. В. Заварзін , що при вирощуванні на зерно і силос найвищі врожаї отримують при широкорядних способах сівби (70 см). У посушливих умовах Лівобережжя цей спосіб ефективний і при вирощуванні низькорослих сортів та гібридів, які характеризуються слабким кущінням[124]..

За наявності комплексу машин для сівби та догляду сорго рекомендують висівати з міжряддями 45 см, більш низькорослі сорти – 30 і 22 см, на зелений корм і сіно – з міжряддями 45, 30 і 15 см. Проте сівба суцільним рядовим способом ефективна при достатньому зволоженні і знищенні бур'янів.

В умовах чорноземних ґрунтів з оптимальною кількістю опадів високі врожаї зерна забезпечують сорти за звичайного рядового способу з шириною міжряддя 15 см. У середньому за три роки врожайність зерна сорго, посіяного з міжряддями 15 см, становила 5,6 т/га, з міжряддями 70 см – на 1,3 т/га менше.

У дослідях на території Білоглинського району Краснодарського краю в сприятливі роки на посівах з міжряддям 15 см було зібрано зерна сорго 3,6 т/га, із міжряддям 45 см – 2,9 т/га. Однак у цьому ж господарстві в 1996 посушливому році суцільні посіви на великих площах врожаю зерна не утворили внаслідок великої густоти.

Широкорядний спосіб ефективний при вирощуванні високорослих сортів і гібридів на зерно і силос. Хоча загалом значного поширення в Україні набули способи сівби сорго з шириною міжрядь 15, 30, 45, 60, 70 см. Тому до способів сівби слід підходити диференційовано залежно від ґрунтово-кліматичних умов регіону вирощування. А, зважаючи на дані досліджень інших науковців дане питання потребує проведення додаткових досліджень у зоні Правобережного Лісостепу України, щодо встановлення оптимальної ширини міжрядь, як однієї з важливих елементів технології вирощування нових гібридів сорго зернового, з метою отримання максимальної їх продуктивності [17, 120,136, 164, 200, 251].

1.3.Вимоги сорго зернового до умов мінерального живлення

Дослідженнями багатьох вчених встановлено що мінеральні добрива є одним з найбільш ефективних засобом формування високої урожайності сільськогосподарських культур, вклад який в загальну продуктивність становить 30–60 % від решти факторів та елементів технології вирощування [11, 37, 83, 104, 123, 137, 144].

Застосування мінеральних добрив повинно відповідати потребам рослин та дозованим адже помилки в дозах або ж формах застосування негативно впливають на навколишнє середовище [30, 126]. Це пояснюється тим що мінеральні добрива містять у собі поживні речовини в значно більших концентраціях ніж органічні добрива на одиницю маси. Також ці сполуки є набагато більш рухливими і здатними зв'язуватись з ґрунтовими колоїдами, вимиватись або ж розкладатись та випаровуватись з ґрунту [56, 118, 195,].

Сорго, незважаючи на відносну невибагливість до родючості ґрунтів і здатність добувати елементи живлення, чутливе до застосування органічних і мінеральних добрив. Адже на створення 1 т зерна виносить із ґрунту 17–36 кг азоту, 4,5–9,5 кг P_2O_5 , 18–26 кг K_2O , що формує доволі високий рівень сумарної потреба в основних елементах живлення [31, 89, 93]. Так, при врожайності 5–6 т/га зерна сорго з кожного гектара споживає 140–160 кг азоту, 50–60 кг фосфору і 150–180 кг калію [44].

На частку добрив припадає до 35–40 % приросту врожайності сорго зернового [31, 39, 74,]. В той же час як в більшості сорго сіючих регіонів ґрунти здатні забезпечувати лише половину потрібних елементів живлення, тому решту– необхідно поповнювати за рахунок добрив [207].

Дослідження що проводились раніше висвітлювали хибну думку про те, що, сорго за рахунок потужної кореневої системи що має високу засвоювальну здатність не потребує застосування мінеральних добрив, оскільки необхідні поживні речовини рослина одержує з ґрунту. Однак, сорго найвищу урожайність формує лише у варіантах достатнього застосування мінеральних добрив, що особливо актуально за вирощування його на бідних ґрунтах [116].

Багаторічними дослідженнями, проведеними в різних зонах країни, доведено високу реакцію сорго на внесення органічних та мінеральних добрив. Адже хімічний склад організмів найтіснішим чином пов'язаний з хімічним складом земної кори [65]. Тому кількість та співвідношення елементів живлення в рослинах значно варіює в різних ґрунтово-кліматичних зонах [88, 39].

Так, Загорча Л.К., Сабанін Д.А. і Носко Б.С. в своїх працях довели, що вміст основних елементів живлення в рослинах істотно змінюється під впливом добрив. Тому, не зважаючи на збільшення вмісту поживних речовин у ґрунті і доз добрив вміст елементів живлення, за винятком азоту, в перерахунку на суху речовину, знаходиться фактично на одному рівні [34, 167, 169].

Динаміка потреби сорго в елементах живлення впродовж вегетаційного періоду суттєво змінюється і у період інтенсивного росту надземної маси відбувається значне споживання азоту а от під час формування кореневої системи і репродуктивних органів зростає потреба у фосфорі та калії [8, 88, 91, 92, 210].

Ріст і розвиток рослин сорго залежать від складу і доз мінеральних добрив, вологозабезпечення і суми ефективних температур. Під дією фосфорно-калійних добрив вегетаційний період сорго скорочується на 6 днів, а за застосування азотного добрива в поєднанні з фосфорним і фосфорно-калійним темпи розвитку культури зменшувалися, а темпи зростання збільшувалися. Азотні добрива затримують настання фази викидання волоті, цвітіння й повної стиглості зерна на 2–3 дні порівняно з ділянками без добрив. В цілому ж потреба азоту за рахунок природної родючості забезпечується лише на 30–50 %, тоді як фосфору – на 53, а калію – на 94–100 %. Таким чином, для підвищення врожайності сорго зернового необхідно вносити повне мінеральне добриво. При вивченні врожайності і якості зеленої маси цукрового сорго залежно від рівня мінерального живлення виявлено позитивний вплив азотних добрив у поєднанні з фосфорними і калійними добривами [32, 36, 132, 236].

Найбільш важливим елементом живлення для сорго є азот, який сприяє інтенсивному росту рослин, підвищенню площі листової поверхні й усієї

вегетативної маси сорго [87, 155]. Однак, застосування надлишкових доз азоту не має значного впливу на формування зернової частини врожаю сорго та може призвести до послаблення посухостійкості, збільшення тривалості вегетаційного періоду, надмірного кушіння і гілкування та накопичення нітратних і нітритних форм азоту в зеленій масі [147, 229].

Найбільше активне засвоєння азоту відбувається в фазах інтенсивного росту і формування генеративних органів, особливо за 10–15 днів до початку викидання волоті та 10–15 днів після цвітіння [43, 91, 243].

В умовах Молдови приріст урожаю від азотних добрив у середньому за 7 років склав 1,5 т/га. Зменшення дози азоту в складі повного мінерального добрива від 120 до 40 кг призвело до зниження продуктивності сорго з 1,7 до 1,3 т/га.

Фосфор також відіграє важливу роль у житті рослин. На чорноземних і каштанових ґрунтах півдня України вміст легкозасвоюваної фосфорної кислоти в період вегетації сорго становить 8–12 мг/100 г ґрунту, тобто 240–360 кг/г. При використанні з ґрунту 7,5 % рухливих форм фосфору винос рослинами сорго може скласти 18–27 кг/га, що визначає близько 65% від потреби для формування врожайності 5,0 т/га. Тому дози фосфору, внесеного під сорго, зазвичай нижчі, ніж азоту, в 1,5–2 рази та становлять для богари 45–60, для зрошення 90–100 кг/га. Фосфор впливає на гідроліз крохмалю, тим самим прискорює проростання насіння. Тому частину загальної дози фосфору (10–15 кг/га) доцільно вносити при сівбі локально [37, 83, 137–240].

Активне поглинання фосфору кореневою системою сорго починається з перших днів вегетації, однак в цілому його потрібно значно менше ніж азоту. Фосфор впливає на гідроліз крохмалю та прискорює проростання насіння і активізує ріст рослин [64, 197].

В проведених дослідках приріст урожаю зерна від застосування фосфорних добрив склав 0,6 т/га. Підвищення дози фосфору в складі повного мінерального добрива від 30 до 90 кг/га призвело до приросту врожайності лише на 0,2 т/га.

Фосфор дуже слабо мігрує по профілю ґрунту і на початку вегетації

недоступний для рослин. Між тим, до фази викидання мітелки рослина засвоює близько 50 % загальної його кількості, у той час, коли до цього часу вона утворює не більше 30–32 % сухої органічної біомаси, що підтверджується в роботі Я .І. Ісакова. А тому при недостатці фосфорного живлення на високому азотному фоні рослини надмірно накопичують вегетативну масу, розтягується період розвитку, запізнюється дозрівання [117, 132].

Комплексне застосування азотних та фосфорних добрив поліпшує якість зерна і зеленої маси сорго, підвищуючи в них вміст білка, жиру, фосфору та загальних цукрів. Застосування винятково фосфорних та калійних добрив дозволяє отримати прибавку врожаю (K_{90}) – 0,24 т/га та 0,51 т/га ($P_{90}K_{90}$) [16, 57, 91, 88, 118].

Калій впливає на накопичення в зерні сорго крохмалю і цукру. Вміст рухомого калію в ґрунтах України становить 18–30 мг/100 г ґрунту, а отже, при врожаї зерна 5,0 т/га рослини повністю забезпечують себе калієм з ґрунту. А от за умови формування врожаїв на рівні 8,0–10,0 т/га слід в комплексі з іншими добривами вносити 40–60 кг/га калію.

Вміст калію в рослинах залежить від їх біологічних сортових особливостей, ґрунтово-кліматичних умов, рівня застосування добрив та інших факторів.

Калій сорго поглинає відносно рівномірно протягом усього вегетаційного періоду. Він локалізується у точках росту та позитивно впливає на накопичення крохмалю і цукру. Також завдяки оптимальному калійному живленню клітини рослин краще утримують воду і стають більш стійкими до посухи.

Важливим питанням є не тільки підбір відсоткового складу основних елементів живлення для забезпечення потреб сорго, а й вибір правильних способів забезпечення рослин елементами живлення [36, 56, 117, 209].

Так, сумісне внесення добрив з насінням негативно впливає і на величину врожаю. При внесенні фосфорних добрив (10 кг д. р. на 1 га) зниження врожаїв зерна становить близько 0,2 т/га. А от азотно-фосфорні добрива, внесені збоку і глибше насіння, позитивно впливають на його проростання, збільшуючи при

цьому польову схожість на 10–12%. Особливо позитивно впливають на польову схожість насіння повні дози мінеральних добрив при внесенні їх на глибину 8–10 см перед сівбою. В такому разі вони збільшують активність ферменту каталази, виступаючи в ролі стимуляторів ростових процесів у насінні [118, 155, 170].

Сорго добре реагує на застосування органічних добрив, а також поєднання їх з мінеральними. Як показують дослідження, при внесенні восени під оранку 10–20 т/га гною і навесні при сівбі, розміщуючи їх глибше і в бік від насіння, підвищення врожайності зерна сорго склали 0,4 а в окремі роки до 1,0 т/га. В цілому добрива не тільки підвищують врожайність, але й покращують якість продукції (збільшується вміст протеїну, жиру, зерна в кормовій масі, а також сухої речовини і кормових одиниць) [57,77, 222, 233].

В посушливих умовах всю дозу мінеральних добрив вносять під зяблеву оранку, однак при достатньому зволоженні ґрунту навесні добрива можна використовувати під передпосівну культивацію [95, 179, 191, 238]. Слід пам'ятати, що весняне внесення мінеральних добрив менш ефективне у зв'язку зі швидким пересиханням верхнього шару ґрунту і неможливістю використання їх кореневою системою рослин [93, 167, 169,].

В умовах середньо-суглинистого чорнозему найбільший збір зерна отримано на ділянках, де вносилися восени під зяблеву оранку повна доза добрив– 4,9 т/га, при врожаї на контролі – 4,2 т/га.

Запланована врожайність зерна сорго на рівні 5,0 т/га забезпечує норма азотних добрив понад 150 кг д. р./га та передполивний поріг ґрунту в розрахунковому шарі на рівні 70% НВ. Підвищення доз внесення азоту й вологості ґрунту понад 70% НВ не призвело до підвищення врожайності зерна. У Скадовському та Білозерському районах Херсонської області при застосуванні $N_{45}P_{45}K_{45}$ урожайність зерна у неполивних умовах була на рівні 4,5 т/га, а на зрошенні істотно підвищилася в 1,8 рази і становила 8,0 т/га [32, 105].

В навчальному господарстві Одеського державного аграрного університету при дозах $N P K 45$ і 90 кг/га всі сорти значно підвищили

урожайність зерна. При подальшому підвищенні дози добрив до 135 кг/га істотний приріст урожаю забезпечують тільки інтенсивні генотипи: наприклад, гібрид Степовий 5, сорти Обрій, Хазіне 4 тощо.

Застосування удобрення в дозі $N_{60}P_{60}K_{30}$ збільшувало вегетативну частину рослин сорго порівняно з контролем у період кущіння на 19,3 %; виходу в трубку – на 26,1 %; викидання волоті – на 24,8 %; молочно-воскової стиглості зерна – на 23,7 % [44, 140, 173].

Застосування мінеральних добрив в дозі $N_{30}P_{60}K_{30}$ сприяє зростанню площі асиміляційної поверхні та вмісту хлорофілу в листках [22]. А от за даними інших вчених оптимальною нормою внесення мінеральних добрив є $N_{180}P_{90}$, що сприяє значному підвищенню продуктивності фотосинтезу [106]. Дослідження проведені на Астраханській дослідній станції, в умовах, сприятливих щодо зволоження, при внесенні азотних добрив (40 кг/га), фосфорних (60 кг/га), калійних (40 кг/га) урожайність зеленої маси сорго сягала 79,0 т/га, а без добрив – 57,2 т/га [124, 194].

Найвища врожайність сорго гібриду Медовий – 7,5 т/га була отримана за внесення азотних добрив у передпосівну культивуацію N_{45} з подальшим підживленням у рядки N_{45} на фоні внесення під глибоку оранку $P_{60}K_{60}$. За результатами ж досліджень проведених на дослідних ділянках Волинського АПВ, можна стверджувати, що застосування мінеральних добрив $N_{180}P_{180}K_{180}$ забезпечує приріст до контролю без добрив 21,9 т/га зеленої маси та 1,4 % сухої речовини.

Встановлено, що при збільшенні доз азоту та фосфору до 90 кг/га приріст урожаю незначний, а тому на південному сході України під зернове та цукрове сорго доцільно вносити мінеральне живлення в дозі $N_{60}P_{60}K_{30}$. [226, 242].

Інші ж дослідники роблять висновок, що в умовах Степу України найбільш оптимальним є застосування мінерального удобрення в дозі $N_{60-90}P_{60}K_{30}$. А от результати інших досліджень свідчать про те що застосування азотних добрив N_{30-60} забезпечує в середньому одержання 5,59–5,81 т/га зерна [43].

Серед мікроелементів для сорго на першому місці є молібден, а також

кобальт, вміст яких у чорноземах України складає не більше 5–10 мг/кг ґрунту, а бор і цинк впливають на врожай практично дуже мало [207].

Дослідженнями молдавських вчених встановлено позитивний вплив мікроелементів на продуктивність сорго при замочуванні насіння в 0,5%-му розчині. Найбільш ефективними виявилися марганець, цинк і бор. Вони сприяли кращому формуванню насіння, що викликало підвищення його врожайності та схожості.

В роботі Г. М. Шекуна відмічено, що сорго значно більше, ніж кукурудза поглинає із ґрунту такі мікроелементи, як молібден, мідь і йод, та менше кобальт, цинк і бор [124].

В наслідок значної інтенсифікації технологій вирощування сільськогосподарських культур та мінімізації застосування добрив ґрунти з низьким забезпеченням легкогідролізованим азотом доволі значно поширені на території України, а особливо в умовах Лівобережного Лісостепу України. А отже, дослідження визначення оптимальних норм застосування мінерального удобрення для вирощування сорго зернового цікаво провести саме з точки вивчення додаткових норм застосування азотних добрив за базового підживлення мінеральними добривами під оранку. Та поєднати такі дослідження з вивченням особливосте реалізації біологічного потенціалу загальновизнаних та нових гібридів сорго зернового інтенсивного типу.

Висновки до розділу 1

1. У результаті опрацювання літературних джерел висвітлено результати досліджень вітчизняних і зарубіжних учених, щодо особливостей росту і розвитку рослин, формування продуктивності та якості насіння сорго зернового залежно від елементів технології вирощування, зокрема підбір гібридів, системи удобрення, ширини міжряддя.

2. Сорго зернове вирізняється господарськими і агротехнічними характеристиками та має ряд переваг над іншими культурами, але при цьому технологія вирощування його не адаптована до умов Лівобережного Лісостепу України в повному обсязі. Відсутні дані з комплексного впливу таких факторів,

як ширина міжряддя, особливості удобрення, зоркема визначення оптимальних норм азотних добрив, що сприяють підвищенню продуктивності рослин сорго зернового.

3. Серед представлених в Державному реєстрі сортів рослин, найпридатнішими для поширення на території України сортів і гібридів сорго зернового найбільш придатними для проведення досліджень з адаптації окремих елементів технології вирощування для умов Лівобережного Лісостепу України можна вважати ранньостиглі сорти та гібриди інтенсивного типу.

4. За аналізом наявних даних варто провести додаткові дослідження з вивчення оптимальної ширини міжряддя та варіантів удобрення сорго зернового на ґрунтах з низьким забезпеченням легкогідролізованим азотом в умовах Лівобережного Лісостепу України, адже для цього регіону не існує єдиної думки стосовно найприйнятніших варіантів.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Умови проведення дослідження

Основні ґрунтотворні породи в Лісостепу – леси та лесовидні суглинки, різні за механічним складом. У господарстві ТОВ «Біотех ЛТД» основна ґрунтотворна порода – лесовидний суглинок. Ця порода вирізняється карбонатністю. Кальцій породи зумовлював закріплення в ґрунтах органічної речовини, яка розкладається, коагулюючи гумусові сполуки. В результаті цього на лесовидних суглинках поширені збагачені гумусом чорноземні ґрунти з агрономічно цінною структурою. Лес і лесовидний суглинок північної і північно-західної частини Лісостепу великопилюваті, легкі суглинки. В центральній частині Лісостепу породи представлені великопилюватими і пилюватими середніми суглинками, у південній – пилюватими важкими. Лесовидні породи річкових терас – грубопилюваті легкі суглинки, а біля піщаних арен – супіски. Джерелом зволоження верхніх шарів ґрунту атмосферні опади. Ґрунтові води залягають на глибині біля 5–7 метрів [42, 207].

Ґрунт дослідного поля – темно-сірий опідзолений на лесовидних суглинках, вміст гумусу 2,8 %, легкогідролізованого азоту 37,8 мг/кг, фосфору 305 мг/кг, калію 342 мг/кг. Ємність поглинання 27,9 мг-екв./100 г, гідролітична кислотність 2,6 мг-екв./100 г, ступінь насичення основами 86,3 %, рН сольове 6,0. У цілому, ґрунт на високому рівні насичений рухомими сполуками фосфору та калію і недостатньо – легкогідролізованим азотом. Бонітет ґрунту – 59 балів, тобто загалом ґрунт дослідної ділянки відзначається сприятливими агрофізичними властивостями та відносно високою природною родючістю.

Клімат зони проведення досліджень помірно-теплій, помірно-зволожений, із сумою активних температур 2500 – 2600°C. Близько 75 % опадів випадає в період вегетації сільськогосподарських культур, що забезпечує одержання задовільних урожаїв. Однак, для цієї території характерні бездощові періоди тривалістю 18–20, а в окремих випадках – 3545 діб, тоді як у травні і

липні часто бувають зливи.

Для зимового періоду притаманна мала кількість опадів, тому сніговий покрив невеликий (< 20 см). Взимку переважають північно-західні, західні й північно-західні вітри, влітку – північно-західні, західні та північні.

Упродовж років досліджень природньо–кліматичні умови різнилися між собою (табл. 2.1; додаток Б).

Таблиця 2.1

Погодні умови зони проведення досліджень

Рік	Місяць											
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
Середньодобова температура повітря, °С												
2015	-1,1	-2,3	3,9	8,7	15,3	20,4	21,9	22,6	17,8	6,1	5,8	2,6
2016	-7,0	2,0	3,7	11,4	14,5	19,6	21,5	20,3	14,4	6,3	0,5	-1,1
2017	-5,9	-2,5	6,7	10,7	14,5	19,4	20,0	21,2	16,0	7,9	3,0	1,3
Середнє багаторічне	-3,9	-3,9	1,9	10,2	16,8	20,0	22,0	20,8	15,0	8,8	4,0	-1,2
Опади, мм												
2015	38,3	21,0	52,0	11,0	77,0	15,0	51,0	2,3	25,0	39,0	67,0	25,0
2016	56,0	60,0	34,0	68,0	190,0	142,9	84,2	45,1	11,1	117,3	40,4	45,6
2017	15,0	25,3	16,8	27,8	33,0	28,0	62,0	9,0	43,0	80,0	3,0	10,0
Середнє багаторічне	35,3	38,4	37,2	36,0	63,3	60,0	68,3	53,9	52,4	35,4	39,1	48,9

Дещо цікавішим є аналіз погодних умов за період з квітня по жовтень, адже сорго належить до групи ярих культур і умови вегетаційного періоду пізньої осені та зими можуть лише впливати опосередковано – визначаючи рівень волого забезпечення дослідних ділянок. Оскільки сорго зернове відноситься до культур

С4 типу фотосинтезу, то рослини культури економно витрачають запаси ґрунтової вологи та відносно малочутливі до низьких її запасів на початок вегетації порівняно з потребами культур С3 типу фотосинтезу.

Відхилення від середніх багаторічних значень середньодобової температури повітря та опадів за результатами аналізу даних показано у вигляді діаграм (рис. 2.1, 2.2).

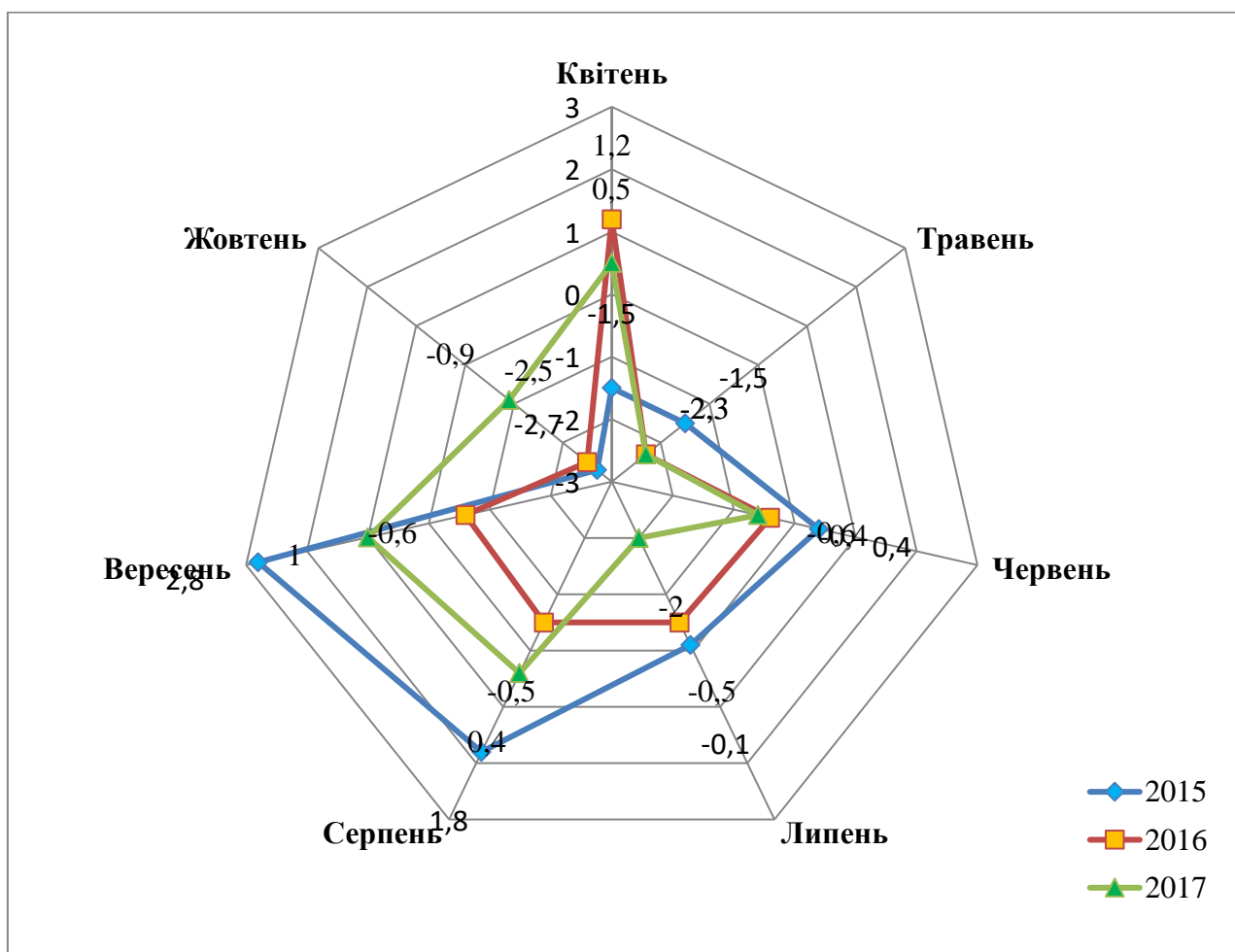


Рис. 2.1. Відхилення від середніх багаторічних значень середньодобової температури повітря

У 2015 році середньодобова температура повітря в квітні і травні була на $1,5^{\circ}\text{C}$ нижча багаторічної норми, тоді як в червні – вища на $0,4^{\circ}\text{C}$, у серпні та вересні – відповідно на $1,8$ та $2,8^{\circ}\text{C}$. На відміну від попереднього вегетаційного періоду 2016 рік виявився дещо прохолоднішим і лише в квітні середньодобова температура на $1,2^{\circ}\text{C}$ перевищила норму. Решту місяців вона була нижче норми. В 2017 році спостерігалися незначні перевищення середньодобової температури в квітні, серпні та вересні. В травні і липні температура повітря була на $2,3$ та

2,0°C нижча за багаторічні значення.

Стосовно опадів, то їхня кількість за період активної вегетації культур за роки проведення досліджень була набагато меншою багаторічної норми. Так, у 2015 році лише в травні і жовтні спостерігалася незначне переважання кількості опадів на 13,7 та 3,6 мм відповідно. Максимальна нестача опадів відзначена в квітні (25 мм), червні (45 мм), серпні (51,6 мм) та вересні (27,4 мм).

У 2016 році параметри надходження опадів по місяцях вегетаційного періоду виявилися доволі екстремальними. Як наслідок – спостерігалися значні відхилення від норми. Наприклад, у травні випало на 126,7 мм опадів більше норми, в червні – 82,9, у жовтні – 81,9 мм, тоді як нестача опадів фіксувалася в серпні й вересні.

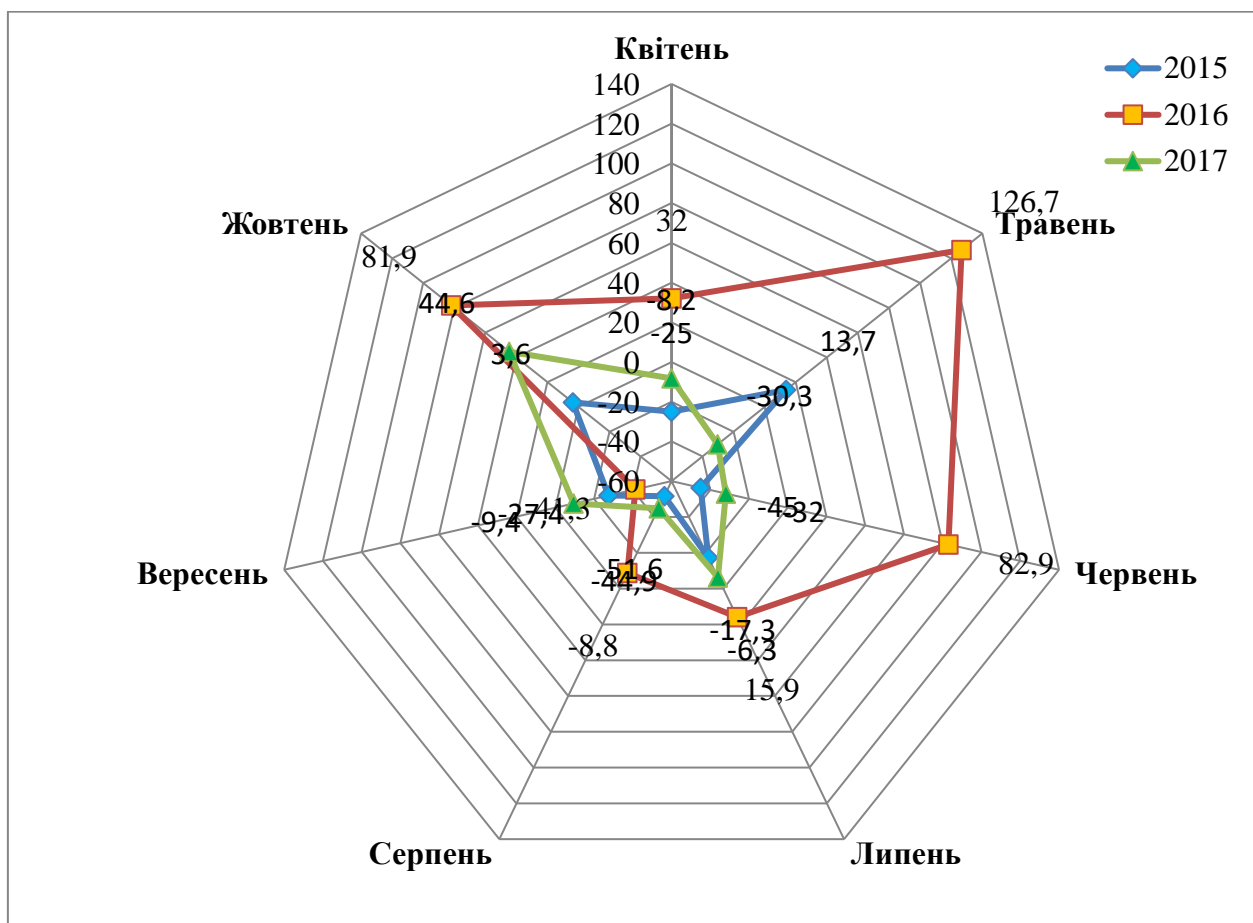


Рис. 2.2. Відхилення від середньо багаторічних значень опадів

Водночас у 2017 році впродовж активної частини вегетаційного періоду спостерігалася постійна нестача опадів (на 8,2–44,9 мм нижче норми) і лише в жовтні випало на 44,6 мм більше норми.

Отже, в цілому кліматичні умови зони проведення досліджень сприятливі для вирощування більшості сільськогосподарських культур, у тому числі й сорго зернового.

2.2. Методика проведення дослідження

Полеві дослідження проведено впродовж 2015–2017 рр. у ТОВ «Біотех ЛТД», яке знаходиться у центральній частині Бориспільського району Київської області. Господарство розташоване в Лівобережному Лісостепу України.

Предметом дослідження були гібриди сорго зернового ‘Брігга F1’ і ‘Бургго F1’, сорт ‘Лан 59’, удобрення, ширина міжряддя, урожайність, якість зерна, економічна й енергетична ефективність технології вирощування сорго зернового.

‘Brigga F1’ (Brigga). Високопродуктивний білозерний гібрид звичайного (зернового) сорго раннього строку досягання продовольчого напрямку. Висота рослин – 110–130 см. Волоть довжиною 32 см, напіввідкрита, на високій ніжці. Раннє викидання волоті сприяє високій посухостійкості й формуванню повноцінного врожаю в жорстких кліматичних умовах. Швидкий стартовий ріст на ранніх стадіях розвитку запобігає пригніченню сходів бур’янами. Адаптований до посушливих умов. Добре поєднує високий потенціал врожайності та високу якість зерна.

Переваги: ранньостиглість; раннє викидання волоті; висока якість зерна; високий вміст білка в зерні; високий вміст крохмалю; зерно не містить таніну; висока пластичність та адаптивність; високий потенціал врожаю.

Вегетаційний період, – 105–115 днів. Потенціал врожайності зерна – 13,0 т/га. Продуктивне кушіння 3–4 стебла. Колір зерна білий. Маса 1000 насінин– 38 г. Вміст білка у зерні 15 %, вміст крохмалю в зерні 74 %

Посухостійкість висока, стійкість до вилягання висока, стійкість до хвороб висока.

‘Бургго F1’. Середня урожайність сорту за роки випробування в зоні

Лісостепу – 5,89 т/га, гарантована різниця – 0,51 т/га. Сорт відноситься до ранньостиглої групи стиглості. Маса 1000 зернин 29,5 г. Висота рослини 110–135 см. Стійкий до вилягання, засухи. Стійкий проти пухирчатої сажки.

Рослини сорту характеризуються раннім часом викидання волоті та дуже низькою висотою як на час викидання волоті, так і на час досягання та тонким стеблом.

Паросток із відсутнім або дуже слабким антоціановим забарвленням колеоптиля, відсутнім або дуже слабким забарвленням як дорсального боку першого листка, так і пазухи першого листка. Листок із помірним антоціановим забарвленням листової пластинки у стадії 5-го листка та помірним зеленим її забарвленням за викидання волоті. За досягання третій листок від верхівки середньої довжини, вузький. Прапорцевий листок має середнє обезбарвлення середньої жилки, яке світліше від забарвлення пластинки листка, та дуже жовте її забарвлення.

Волоть в кінці цвітіння середньої довжини. За досягання довжина волоті без шийки – також середня з середньою щільністю, симетричної форми, із середньою видимою шийкою над пазухою та середніми гілочками в середній її третині.

Квітка з квітконіжкою – середньої довжини. Остюк на нижній квітковій лусці відсутній або дуже слабо розвинутий. На час цвітіння колоскова луска жовто-зелена з відсутнім або дуже слабким антоціановим забарвленням і відсутнім або дуже слабким забарвленням опушення. На час досягання квітка стає чорною, середньої довжини. Приймочка – середньої довжини з відсутнім або дуже слабким антоціановим забарвленням та помірним жовтим забарвленням. Забарвлення сухих тичинок після цвітіння – оранжево-червоне.

Зернівка після досягання світло-коричневого кольору, має округлу форму як зі спинки, так і в профіль, з великим розміром зародка та середньою величиною поверхні, вкритою насінною шкіркою.

Структура ендосперму в зерні – на 1/2 склоподібна. Забарвлення склоподібного ендосперму – жовте.

‘Лан 59’. Оригінатори: Інститут сільського господарства степової зони НААН України, Синельниківська селекційно-дослідна станція.

Метод створення: шляхом гібридизації стерильної лінії Дн 37с та відновлювача фертильності Д1247. Апробаційні ознаки: на зерно. Висота рослин 118–124 см. Зерно має оранжевий колір. Маса 1000 зерен 35–3 г. Формує 1–2 волоті на одну рослину. Вміст крохмалю в зерні 77%, лізину 3,2%.

Біологічні ознаки: середньостиглий. Період повні сходи – початок цвітіння 60–65 діб, повна стиглість настає на 105–110 добу. Стійкість до вилягання 7 балів, до посухи, ураження хворобами 8 балів, до осипання 7 балів. Господарські ознаки: потенційна урожайність – 3,6-5,7 т/га.

Агротехнічні вимоги: технологія вирощування – загальноприйнята для зернового сорго. Рекомендується для вирощування на зерно. Добре реагує на зрошення та високий агрофон. Насінництво гібрида надійне. Особливості: висока посухостійкість.

Польовий дослід закладався на темно-сірому опідзоленому ґрунті на лесовидних суглинках. Вміст гумусу в ґрунті –2,8 %; легкогідролізованого азоту– 37,8 мг/кг; фосфору – 305 мг/кг, калію –342 мг/кг. Ємність поглинання 27,9 мг-екв./100 г, гідролітична кислотність 2,6 мг-екв./100 г, ступінь насичення основами 86,3 %, рН сольове 6,0. У цілому ґрунт на високому рівні забезпечений рухомими сполуками фосфору і калію, тоді як на дуже низькому – легкогідролізованим азотом. Бонітет ґрунту становить 59 балів, а отже загалом ґрунт дослідної ділянки має сприятливі агрофізичні властивості та відносно високу природну родючість.

Клімат зони проведення досліджень помірно теплий, помірно зволожений. Сума активних температур становить 2500–2600°C. Близько 75 % опадів випадає в період вегетації культур, що сприятливо для формування продуктивності. Однак спостерігаються бездощові періоди тривалістю 18–20, а в окремих випадках – 35–45 діб.

Аналіз погодних умов показав, що роки проведення досліджень різнилися між собою, проте загалом були характерними для Лівобережного Лісостепу

України, за окремими виключеннями. Температурний режим вегетаційного періоду 2015 р. виявився наближеним до середніх багаторічних значень, у 2016- му і 2017 р. фіксувалися незначні відхилення згаданих параметрів в окремі місяці.

Кількість опадів за період активної вегетації сорго впродовж років проведення досліджень досить різнилася. Так у 2015-му і 2017 р. кількість опадів була суттєво меншою за середні багаторічні дані. Лише в травні і жовтні 2015 р. випало на 13,7 та 3,6 мм опадів більше багаторічної норми, при цьому в липні кількість опадів була наближеною до середніх багаторічних. У травні 2016 р. випало на 126,7 мм опадів більше за норму, в червні – 82,9 та жовтні – 81,9 мм, із нестачею опадів у серпні та вересні.

У 2017 р. упродовж активної частини вегетаційного періоду спостерігалася постійна нестача опадів (на 8,2–44,9 мм нижче норми) і лише в жовтні випало на 44,6 мм більше за багаторічні показники. Разом із тим у цілому кліматичні умови виявилися сприятливими для вирощування сорго зернового.

Для досягнення поставленої мети впродовж 2015–2017 рр. закладався багатофакторний польовий дослід.

Дослід. Продуктивність рослин сорго зернового залежно від впливу ширини міжряддя та удобрення (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Схема дослідів

Гібрид/сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Норма добрив, кг/га (фактор С)
‘Лан 59’ (контроль)	35	$N_{60}P_{60}K_{60}$ (фон) – ф (контроль)
‘Брігга F1’	50	фон + N_{20}
‘Бурго F1’	70 (контроль)	фон + N_{40}
		фон + N_{60}

Примітка. $N_{60}P_{60}K_{60}$ (фон) – основне удобрення; $N_{60}P_{60}K_{60} - N_{60}, P_{60}, K_{60}$ – удобрення в передпосівну культивуацію.

Попередником сорго зернового була пшениця озима. Відповідно до схеми дослідів, під сорго зернове восени під оранку вносили основне удобрення у формі нітроамофоски (16:16:16). У варіантах додаткового застосування азотних

добрих їх вносили весною під передпосівну культивуацію в формі аміачної селітри (34,5 %). Насіння перед сівбою обробляли фунгіцидом Максим XL 035 FS (1,0 л/га) у композиції з інсектицидом Круїзер 35 FS (6 л/т).

Сівбу проводили за температури ґрунту на глибині загортання насіння – 12–13°C, сівалкою Serie IV SW 1770 SUPER WALTER. Норма висіву насіння – становила 190 тис. шт./га. Вносили ґрунтовий гербіцид Примекстра Голд 500 SC (4/га). За 12–15 днів до збирання з метою прискорення досягання і полегшення збирання врожаю проводили десикацію посівів Реглоном (2–4 л/га).

Площа елементарної посівної ділянки 56 м², облікової – 35 м²; повторність – чотириразова із систематичним розміщенням ділянок.

Фенологічні спостереження та визначення густоти стояння рослин визначали керуючись Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур, 2000. Густоту стояння рослин визначали у фазу повних сходів та перед збиранням.

Площа листкової поверхні. Застосували лінійний метод за двома параметрами – ширина та довжина листка:

$$П = Д \times Ш \times К, \quad (1)$$

де П – площа листкової поверхні, см²; Д – довжина листка, см; Ш – ширина листка в найширшому місці, К – перевідний коефіцієнт (0,75).

Фотосинтетичний потенціал посіву визначали за формулою:

$$ФП = \frac{Л_1 + Л_2}{2 \times 1000} Т, \quad (2)$$

де ФП – фотосинтетичний потенціал посіву, тис. м²/га×діб; Л₁+Л₂ – площа листкової поверхні в певні фази розвитку, тис.м²/га; Т – довжина міжфазного періоду, діб.

Чиста продуктивність посіву. Для визначення використовували формулу:

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{0,5(L_1 + L_2) * n}, \quad (3)$$

де ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м² за добу; B₁ і B₂ – маса сухої речовини рослин на початку і в кінці облікового періоду, г; (B₂–B₁) – приріст маси сухої речовини за *n* днів, г; L₁ і L₂ – площа листків на початку і кінці облікового періоду, м²; 0,5 (L₁ + L₂) середня площа листкової поверхні; *n* – період між двома спостереженнями, днів.

Крім цього визначали: вологість, масову частку води і сухої речовини в рослинному матеріалі – термогравіметричним методом [48]; масу 1000 насінин – за ДСТУ 4138–2002; структуру урожайності встановлювали за методикою Н. А. Майсуриана, 1970; облік біологічної урожайності зерна проводили методом пробного снопа; господарську врожайність – методом прямого комбайнування кожної ділянки.

Біохімічні показники якості насіння визначали за наступними методиками: вміст білка – метод мінералізації сульфатною кислотою в присутності каталізатора за Штейном-Муром; крохмалю – метод розчинення в гарячому розчині соляної кислоти з подальшим дослідженням на поляриметрі.

Для статистичного аналізу результатів досліджень використовували персональний комп'ютер із залученням програми «Statistica-6»; економічну ефективність визначали за методикою оцінки ефективності наукових досліджень (1997); витрати на вирощування залежно від факторів досліду – складанням технологія карт; енергетичну оцінку прийомів, що вивчалися – за методичними рекомендаціями В. П. Мартянова (1996).

Висновки до розділу 2

1. Ґрунт дослідного поля на високому рівні насичений рухомими сполуками фосфору і калію та недостатньо – легкогідролізованим азотом, що повністю відповідає схемі польового досліду, спрямованого на вивчення ефективності удобрення рослин сорго зернового азотними добривами. Бонітет ґрунту становить 59 балів, а отже загалом ґрунт дослідної ділянки має

сприятливі агрофізичні властивості та відносно високу природну родючість.

2. Аналіз погодніх умов показав, що роки проведення досліджень різнилися між собою, проте були характерними для Лівобережного Лісостепу України, за окремими виключеннями. За температурними показниками лише 2015 рік був наближеним до багаторічних значень, тоді як у 2016-му і 2017 роках ці параметри виявилися нижче норми.

3. За кількістю опадів упродовж вегетаційного періоду умови років проведення досліджень різнилися між собою: в 2015-му і 2017 р була суттєво меншою за середні багаторічні дані. А у травні 2016 року випало на 126,7 мм опадів більше за середні багаторічні показники. За кількістю опадів упродовж вегетаційного періоду по роках становили: в 2015 році випало 220,3 мм; у 2016-му – 658,6 мм, у 2017-му році – 282,8 мм за норми 369,3 мм.

4. В умовах Лівобережного Лісостепу України варто висівати ранньостиглі гібриди інтенсивного типу, оскільки вони мають ряд переваг, а саме: раннє викидання волоті, високу якість зерна; вміст білка та крохмалю, зерно не містить таніну, а рослини мають високу пластичність та адаптивність до умов вирощування. Посіви саме ранньостиглих гібридів мають високий потенціал врожаю.

5. Методика польових дослідів та методи, за якими виконувалися лабораторні дослідження відповідають поставленим задачам дисертаційної роботи та дозволяють сформулювати об'єктивні висновки.

**Основні наукові результати розділу опубліковано в працях автора:
[12, 75, 76, 77, 79, 134, 135].**

РОЗДІЛ 3

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ РОСЛИН СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ШИРИНИ МІЖРЯДДЯ ТА УДОБРЕННЯ

3.1. Тривалість вегетаційного періоду рослин сорго

Основним завданням формування високої продуктивності посівів сорго зернового є правильний підбір елементів технології вирощування для забезпечення рослинам оптимальних умов для росту та розвитку. Варто зазначити, що для зернових культур у цілому і для сорго зернового зокрема це складний процес закономірних змін, в який залучена значна кількість екзогенних і ендогенних чинників. Тому дослідження зв'язку між тривалістю фаз росту та розвитку рослин, залежно від впливу агротехнічних чинників вирощування дозволяють накопичити необхідні знання для управління продукційним процесом посівів сорго зернового.

Для отримання високої врожайності рослин особливо важливе формування оптимальної густоти стеблостою та рівномірний розподіл рослин по площі з урахуванням біологічних особливостей гібрида. Адже із шириною міжрядь тісно пов'язані параметри фотосинтетичної діяльності посівів сорго зернового, інтенсивності транспірації рослин, водоспоживання [122, 164, 127, 148, 178,].

Елементи технології вирощування порізно впливають на тривалість фенологічних фаз рослин сорго зернового. Так, система удобрення рослин не чинить впливу на тривалість періодів росту аж до фази трубкування, адже на початку вегетації споживання елементів живлення з ґрунту рослинами сорго мінімальне [201]. Упродовж перших 30–35 діб після появи сходів надземна частина рослин росте дуже повільно, тоді як середній добовий приріст кореневої системи сорго зернового досягає 2–3 см [12].

Варто також наголосити, що сорт і гібриди сорго зернового можуть різнитися між собою за темпами росту і розвитку. Під час вегетації вони

піддаються впливу погодних умов та факторів вирощування, що спричиняє різну фізіологічну реакцію на ці чинники. Також мінливість погодних умов під час зав'язування та наливу зерна значною мірою може визначати якісні показники зерна [198,253].

Отже, звідси, проходження рослинами всіх етапів росту й розвитку за оптимальних умов сприяє формуванню найбільшої продуктивності культури [72, 97, 211]. Тому важливе є вивчення фенологічних спостережень різних сорту та гібридів сорго зернового залежно від елементів технології їх вирощування.

За результатами проведених досліджень з вивчення тривалості фенологічних фаз росту і розвитку сорго зернового встановлено, що ці параметри значно залежать від метеорологічних умов року та досліджуваних елементів технології вирощування культури (табл. 3.1, рис. 3.1).

Так, упродовж періоду проведення дослідження погодні умови вегетаційних періодів різних років різняться між собою, що призводило до значних відмінностей в тривалості вегетаційного періоду досліджуваних гібридів. Однак вивчення умов конкретного вегетаційного періоду було цікавим нам лише з точки зору міри мінливості досліджуваних рослин сорго, тоді як встановлення чітких закономірностей які можна виокремити в рекомендації виробництву було проведено узагальнення даних досліджень за три роки .

Встановлено, що впродовж усіх років виконання досліджень найтриваліший вегетаційний період у середньому по досліді виявився у гібрида 'Бургто F1' – 112 діб, у гібрида 'Брігта F1' – 114 діб, а в сорту 'Лан 59' – 116 діб.

Варіанти із застосуванням додаткового азотного добрива значно відрізнялися за тривалістю фаз росту і розвитку порівняно з варіантами нульового додаткового удобрення. Причому тривалість періоду від сівби до появи сходів сорго зернового за застосування додаткової кількості азотного добрива N_{60} збільшувалася в середньому на 1–3 доби порівняно з контрольними варіантами. Такі відмінності між варіантами можна пояснити за рахунок впливу різних доз добрив та відповідно за різної їх концентрації в ґрунтового розчині.

Таблиця 3.1

Тривалість проходження фаз розвитку сорго залежно від сортових особливостей та елементів технології вирощування, (2015–2017 рр.), діб

Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Фаза розвитку					
			сівба- сходи	кущін- ня	вихід в трубку	вики- дання волоті	цвіті- ння	повна стиг- лість
‘Лан 59’ (к)	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (к)	9	14	41	56	67	116
		ф + N ₂₀	9	15	43	57	69	117
		ф + N ₄₀	10	15	45	58	69	118
		ф + N ₆₀	12	16	46	60	70	119
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (к)	9	13	39	55	67	114
		ф + N ₂₀	9	13	42	56	68	115
		ф + N ₄₀	10	14	44	58	69	116
		ф + N ₆₀	11	15	45	59	69	117
	70(к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (к)	8	13	39	56	66	113
		ф + N ₂₀	8	14	42	58	67	114
		ф + N ₄₀	9	14	42	59	68	114
		ф + N ₆₀	10	15	43	60	68	115
‘Брігга F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (к)	9	13	39	49	57	114
		ф + N ₂₀	9	13	41	51	59	115
		ф + N ₄₀	10	14	42	51	59	115
		ф + N ₆₀	11	15	43	52	60	116
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (к)	9	12	39	48	56	113
		ф + N ₂₀	9	13	39	49	58	114
		ф + N ₄₀	10	13	41	50	59	115
		ф + N ₆₀	10	14	42	51	59	115
	70(к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (к)	8	12	38	48	56	112
		ф + N ₂₀	8	13	39	49	57	113
		ф + N ₄₀	9	14	41	50	58	113
		ф + N ₆₀	10	14	41	51	58	114
‘Бурго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	9	13	39	47	55	113
		ф + N ₂₀	9	14	41	49	56	114
		ф + N ₄₀	10	14	41	49	56	114
		ф + N ₆₀	11	15	42	50	57	115
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (к)	8	12	39	46	54	111
		ф + N ₂₀	8	13	41	47	55	112
		ф + N ₄₀	9	13	41	48	56	112
		ф + N ₆₀	10	14	42	49	57	113
	70(к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (к)	8	13	39	46	54	110
		ф + N ₂₀	8	14	41	47	55	112
		ф + N ₄₀	9	14	41	48	56	112
		ф + N ₆₀	10	15	42	49	56	110
H1P0.05			1	1	2	2	3	2

Тривалість міжфазного періоду від кушіння до виходу в трубку в

середньому по досліді становила 28 діб. При цьому найтривалішою фазою розвитку сорго для більшості варіантів досліджень став період від цвітіння до повної стиглості зерна – 54 доби.

Якщо аналізувати тривалість вегетаційного періоду в цілому, то варіанти з більшими дозами удобрення досягали пізніше на 1–3 доби порівняно з варіантами без удобрення. Щодо ширини міжряддя, то найкоротший вегетаційний період сорту і гібридів сорго зернового спостерігався за 70 см, а найдовше рослини досягали за міжряддя 35 см. Тобто на загущених посівах рослини досягали на 2–4 доби довше, ніж на широкорядних.

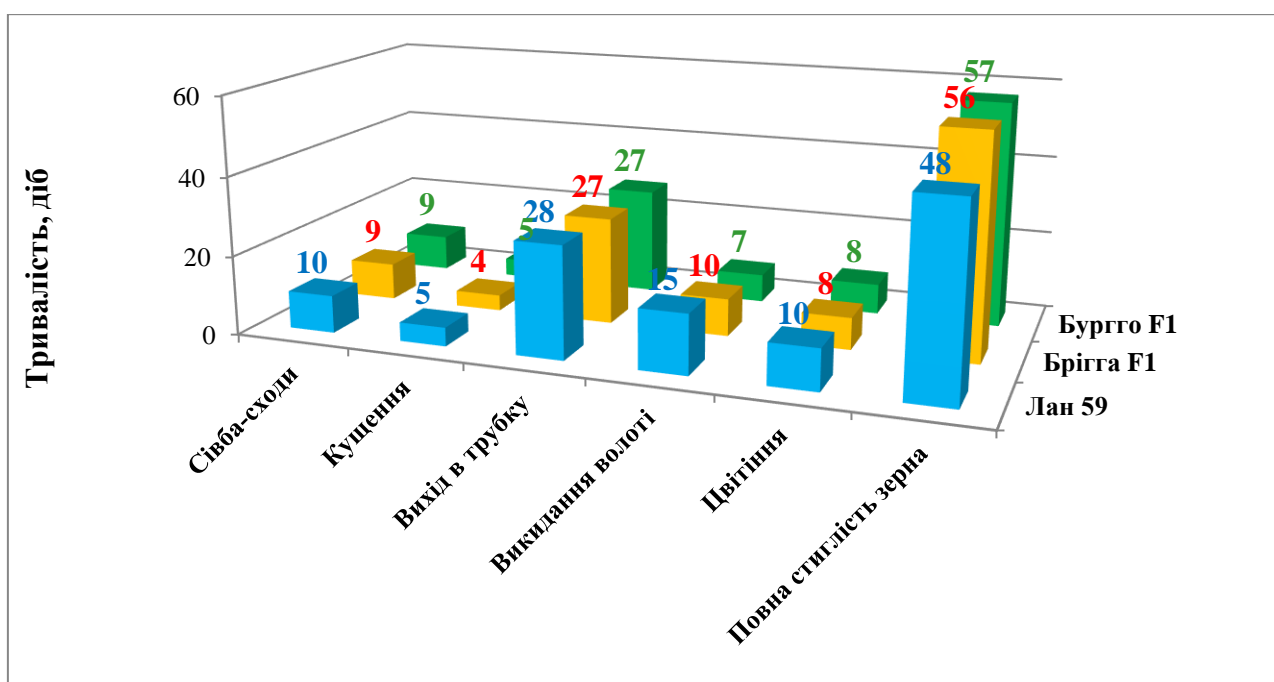


Рис. 3.1. Тривалість міжфазних періодів рослин сорго зернового, середнє по досліді (2015–2017 рр.)

Для дещо глибшого розуміння особливостей росту і розвитку досліджуваних сорту та гібридів сорго зернового важливо встановити особливості перебігу ними основних фенологічних фаз росту та розвитку. Адже саме особливості в швидкості проходження критичних фенофаз дозволяють певною мірою сформулювати загальне уявлення про досліджуваний гібрид та особливості технології його вирощування.

Від сівби до повних сходів у гібридів ‘Брігга F1’ та Бургго F1 тривалість міжфазного періоду була 9 діб, у ‘Лан 59’ – 10 діб. Наступні міжфазні періоди

теж показали незначні відмінності в досліджуваних рослин сорго – тільки на одну добу. І лише від виходу в трубку до викидання волоті в сорту ‘Лан 59’проходило 15 діб, у ‘Брігга F1’ і Бургго F1 – 10 та 7 відповідно.

Від цвітіння до повної стиглості зерна тривалість міжфазного періоду виявилася найкоротшою у сорту Лан 59 – 48 діб.

Довший міжфазний період спостерігався в гібридів ‘Брігга F1’ і ‘Бургго F1’ – 56 та 57 діб, що дозволило рослинам сформувати вищу урожайність зерна.

3.2. Густота стояння та висота рослин сорго зернового

Показники лабораторної і польової схожості та густоти посівів рослин суттєво впливають на їх ріст і розвиток та реалізацію біологічного потенціалу. Так, реалізація потенціалу сучасних гібридів, як правило, недостатня, оскільки сільгоспвиробники не завжди приділяють увагу ключовим чинникам формування врожайності, таким, як густота і рівномірність посіву, строки сівби, за дотримання яких можна досягти оптимальної врожайності й водночас оптимізувати витрати на такі елементи технології вирощування посівів як захист від бур’янів. Результати вивчення впливу елементів технології вирощування сорго зернового на схожість насіння та густоту посівів. Вивчення впливу елементів технології вирощування сорго зернового на схожість насіння та густоту посівів одержано наступні результати (табл. 3.2.)

Досліджувані фактори не могли вплинути на лабораторну схожість насіння, тому цей показник визначався винятково параметрами насіннєвого матеріалу відповідних сорту і гібридів. Так, у сорту ‘Лан 59’лабораторна схожість становила 95,6 %, гібрида ‘Брігга F1’ – 97,8 %, у ‘Бургго F1’ – 97,2 %.

Показники польової схожості в основному визначалися біологічними параметрами досліджуваних гібридів та незначно залежали від застосування мінерального живлення, тому відхилення перебували в межах похибки досліду. В середньому по досліді в сорту ‘Лан 59’ польова схожість знаходилася на рівні 86,8 %, у гібрида ‘Брігга F1’ – 90,7 %, у ‘Бургго F1’ – 88,9 %.

Таблиця 3.2

Схожість та густота посівів сорго зернового залежно від впливу елементів технології вирощування, середнє за 2015–2017 рр.

Гібрид/сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрєння, кг/га (фактор С)	Лабора- торна схожість, %	Польова схожість, %	Густота на час повних сходів	Густота на час збиран- ня
‘Лан 59’ (к)	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	95,6	87,6	156,4	144,3
		ф + N ₂₀	95,6	87,7	156,6	145,1
		ф + N ₄₀	95,6	87,5	156,2	145,1
		ф + N ₆₀	95,6	87,6	156,4	144,5
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	95,6	87,7	156,6	145,0
		ф + N ₂₀	95,6	87,7	156,6	144,3
		ф + N ₄₀	95,6	87,6	156,4	145,1
		ф + N ₆₀	95,6	87,5	156,2	144,0
	70(к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	95,6	85,3	152,5	140,5
		ф + N ₂₀	95,6	85,1	152,2	141,2
		ф + N ₄₀	95,6	85,2	152,3	140,3
		ф + N ₆₀	95,6	85,3	152,5	141,2
‘Брігга F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	97,8	91,2	158,8	147,2
		ф + N ₂₀	97,8	91,2	158,8	147,3
		ф + N ₄₀	97,8	91,1	158,6	147,0
		ф + N ₆₀	97,8	91,2	158,8	146,1
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	97,8	91,3	159,0	147,5
		ф + N ₂₀	97,8	91,2	158,8	146,2
		ф + N ₄₀	97,8	91,4	159,1	147,9
		ф + N ₆₀	97,8	91,2	158,8	146,6
	70(к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	97,8	89,9	156,6	144,8
		ф + N ₂₀	97,8	89,7	156,2	144,1
		ф + N ₄₀	97,8	89,8	156,4	145,2
		ф + N ₆₀	97,8	89,7	156,2	144,9
‘Бурго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	97,2	89,5	156,9	145,1
		ф + N ₂₀	97,2	89,5	156,9	145,7
		ф + N ₄₀	97,2	89,4	156,7	145,7
		ф + N ₆₀	97,2	89,5	156,9	145,9
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	97,2	89,4	156,7	145,7
		ф + N ₂₀	97,2	89,5	156,9	144,9
		ф + N ₄₀	97,2	89,3	156,6	145,3
		ф + N ₆₀	97,2	89,5	156,9	145,1
	70(к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	97,2	87,9	154,2	142,2
		ф + N ₂₀	97,2	88,0	154,4	142,2
		ф + N ₄₀	97,2	87,8	154,0	142,3
		ф + N ₆₀	97,2	87,8	154,0	142,8
НІР0,05			2,2	2,4	4,7	4,3

Відповідно до параметрів польової схожості, на час повних сходів, було

отримано в середньому по досліді густоту 156,3 тис. шт./га, в середньому по досліді в сорту 'Лан 59' – 155,1, у гібрида 'Брігга F1' – 158,0, а в 'Бургго F1' – 155,9 тис. шт./га. Як показують результати статистичного аналізу – отримані відхилення між варіантами досліді мали тенденційний характер і перебували в межах значень $НІР_{0,05}$.

Під час росту і розвитку рослин сорго зернового відбувається випадання частини рослин, спричинене за рахунок негативного впливу шкідників, хвороб, проведенням агротехнічних операцій, тощо. В цілому по досліді за вегетаційний період втрачалось не більше 11,7 тис. шт./га рослин, тобто не більше 7,5 % від загальної кількості рослин на час повних сходів.

Якщо аналізувати залежність густоти посівів від застосованих добрив, то загалом вони не спричиняли значного випадання рослин або з будь-яких інших достовірних змін у густоті посівів. Так, на час збирання врожаю в середньому по досліді густота становила 144,7 тис. шт./га, тоді як у сорту 'Лан 59' – 143,4, гібрида 'Брігга F1' – 146,2 у 'Бургго F1' – 144,4 тис. шт./га. При цьому відхилення показників перебували в межах похибки досліді, тому були не суттєвими в щодо впливу досліджуваних факторів.

За вивчення впливу елементів технології вирощування сорго зернового на висоту рослин одержано наступні результати (табл. 3.3; додаток Г).

На час повних сходів висота рослин сорго зернового була мінімальною і в середньому по досліді становила 4,9 см, хоча різниця між досліджуваними сортом та гібридами сорго зернового вже навіть у цю фазу росту була помітна. Так, висота рослин сорту 'Лан 59' була 5,2 см, 'Брігга F1' – 4,8 см, у 'Бургго F1' – 4,6 см.

За настання повних сходів ми отримано різницю у висоті рослин сорго зернового відповідно до дози застосування азотних добрив, хоча, вже у фазу кушіння середня висота рослин по досліді знаходилася на рівні 11,3 см, а відхилення показників по сорту та гібридах – 0,3–0,5 см. Під час проходження згаданої фази розвитку рослин залежності в цілому збереглися, однак вони не перевищували показники $НІР$ і загалом відхилення висоти рослин дещо

знівелювалися порівняно з попереднім періодом.

Таблиця 3.3

Висота рослин сорго зернового залежно від впливу елементів технології вирощування, середнє за 2015-2017 рр.

Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Фаза розвитку					
			Повні сходи	Кущен- ня	Вихід в трубку	Вики- дання волоті	Цвітін- ня	Повна стиг- лість
‘Лан 59’ (к)	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	4,1	10,4	53,5	97,9	105,0	115,3
		ф + N ₂₀	5,0	11,4	59,8	107,8	112,3	120,4
		ф + N ₄₀	5,6	12,2	60,7	112,6	115,6	124,0
		ф + N ₆₀	5,8	13,0	56,5	115,6	120,2	130,2
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,9	10,3	51,0	95,0	101,9	111,9
		ф + N ₂₀	5,0	11,2	58,0	104,7	109,0	116,9
		ф + N ₄₀	5,8	11,8	59,3	110,1	112,2	120,4
		ф + N ₆₀	6,0	12,8	55,9	112,2	116,7	126,4
	70(к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	4,0	10,1	51,8	95,1	102,0	111,2
		ф + N ₂₀	5,0	11,1	58,2	104,7	110,9	117,1
		ф + N ₄₀	5,8	11,6	58,6	107,9	112,0	119,8
		ф + N ₆₀	5,9	12,6	55,4	112,0	116,3	125,6
‘Брігга F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,8	10,3	51,5	95,4	101,9	111,9
		ф + N ₂₀	4,7	11,1	57,5	105,0	109,0	116,9
		ф + N ₄₀	5,2	11,8	58,4	109,8	112,2	120,4
		ф + N ₆₀	5,4	12,6	54,3	112,7	116,7	126,4
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,7	10,2	49,0	92,6	98,9	108,6
		ф + N ₂₀	4,7	10,9	55,7	102,0	105,9	113,5
		ф + N ₄₀	5,4	11,5	57,0	107,3	109,0	116,8
		ф + N ₆₀	5,6	12,4	53,7	109,4	113,3	122,7
	70(к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,8	10,3	49,8	92,7	99,0	108,0
		ф + N ₂₀	4,7	11,1	56,0	102,1	106,0	113,7
		ф + N ₄₀	5,4	11,3	56,4	105,2	108,7	116,3
		ф + N ₆₀	5,5	12,3	53,8	109,1	112,9	122,0
‘Бурґго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,7	10,1	51,3	91,7	99,8	108,6
		ф + N ₂₀	4,4	10,9	57,3	101,0	106,8	113,5
		ф + N ₄₀	4,9	11,6	58,2	105,6	109,9	116,9
		ф + N ₆₀	5,1	12,4	54,1	108,1	114,3	122,7
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,5	10,0	48,9	89,1	96,9	105,5
		ф + N ₂₀	4,4	10,7	55,6	98,1	103,7	110,2
		ф + N ₄₀	5,1	11,3	56,8	103,2	106,7	113,4
		ф + N ₆₀	5,3	12,2	53,6	105,2	111,0	119,1
	70(к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,6	10,1	49,7	89,1	97,0	104,8
		ф + N ₂₀	4,4	10,6	55,7	98,2	103,8	110,4
		ф + N ₄₀	5,1	11,1	55,9	103,0	106,5	113,0
		ф + N ₆₀	5,2	11,6	55,7	105,0	110,6	118,4
H1P0,05			0,2	1,1	2,7	3,4	4,5	5,3

У фенологічній фазі виходу в трубку сорго зернового середня висота рослин по досліді становила 55,1 см, при цьому різниця між досліджуваними гібридами була незначною. Аналогічно до попередніх фаз росту і розвитку сорт та гібриди відрізнялись один від одного в бік збільшення висоти рослин у варіантах з вищим рівнем азотного живлення, а також у варіантах з шириною міжряддя 35 см. Тут це пов'язано з активізацією конкуренції рослин за фактори життєдіяльності, зокрема – за достатню кількість сонячного світла. Як зазначалося, сорго є рослиною С4 типу фотосинтезу, звідси й потребує достатньої кількості сонячної енергії для росту й розвитку. Адже для здійснення синтезу органічної речовини при такому типі фотосинтезу потрібно на дві молекули аденозинтрифосфornoї кислоти більше, ніж на аналогічний синтез рослинам С3 типу фотосинтезу.

У фазу викидання волоті рослини у середньому по досліді досягли висоти 103,2 см, рослини сорту 'Лан 59' – 106,3 см, 'Брігга F1' – 103,6 см, в 'Бургго F1' – 99,8 см. Усі основні тенденції – збільшення висоти рослин у зв'язку із застосуванням додаткових азотних добрив та вирощуванням із шириною міжряддя 35 см збереглися. Водночас збільшення висоти рослин у наступну фазу цвітіння волоті відбувалося винятково за рахунок викидання волоті. У цей період часу основні зусилля рослин спрямовані на цвітіння та формування насіння, тому ріст рослин у висоту спостерігається незначний.

Упродовж останнього найдовшого міжфазного періоду від цвітіння до повної стиглості, який тривав у середньому 54 доби, рослини сорго зернового збільшили свою висоту в середньому по досліді на 8,3 см. У рослин сорту 'Лан 59' висота становила 119,9 см, 'Брігга F1' – 116,4 см, у 'Бургго F1' – 113,0 см.

За ширини міжряддя 35 см та норми удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{60}$ у сорту 'Лан 59' рослини досягли висоти 130,2 см, на аналогічних варіантів у гібридів 'Брігга F1' і 'Бургго F1' відповідно 124,6 та 122,7 см – тобто максимальних показників по досліді. На варіантах удобрення з додатковим застосуванням

азоту від N_0 до N_{60} максимальні показники висоти в рослин сорго різних гібридів виявилися на варіантах максимального застосування додаткового удобрення.

За визначення висоти рослин досліджуваних гібридів сорго зернового в середньому по досліді одержано наступні показники (рис. 3.2). Встановлено, що у фазу повних сходів рослини сорту Лан 59 були найвищими – 5,2 см, порівняно з іншими гібридами. Однак в фазу кушіння відхилення у висоті уже відзначено як мінімальні.

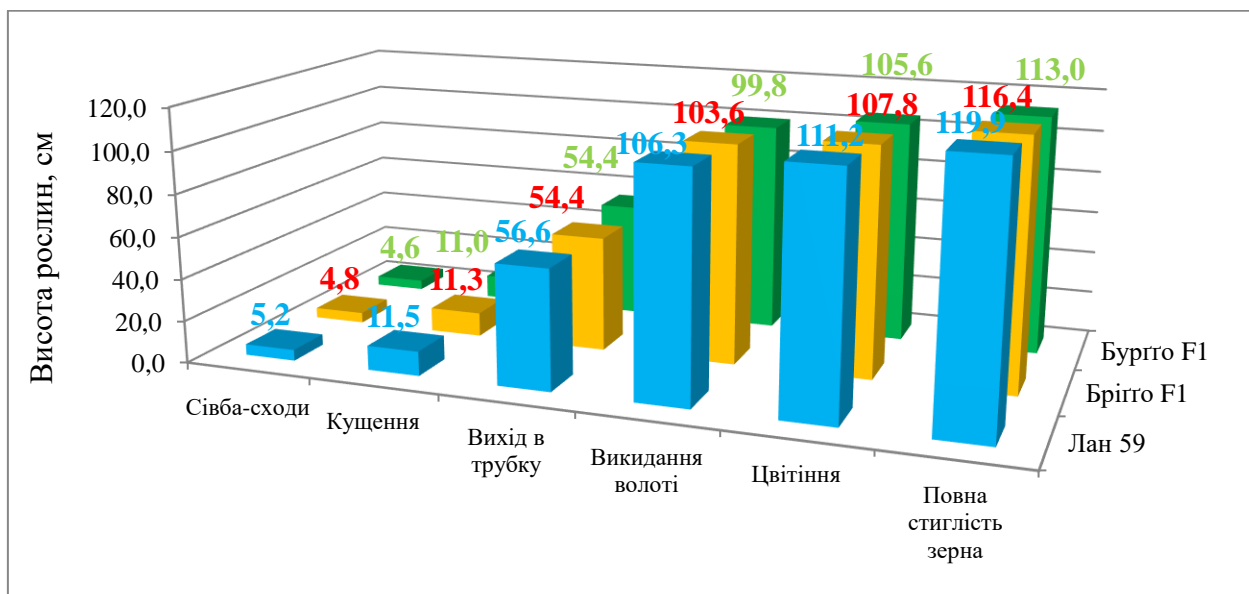


Рис. 3.2. Висота досліджуваних рослин сорго зернового в середньому по досліді, середнє за 2015–2017 рр.

Однак загалом за вегетаційний період найбільш високорослим виявився сорт ‘Лан 59’, рослини якого були вищими порівняно з гібридами ‘Бріґго F1’ і ‘Бурґго F1’ в усі досліджувані фази росту та розвитку сорго зернового. Найменш високорослим став гібрид ‘Бурґго F1’. У цілому отримані в досліді показники відповідають таким, які зазначені їх оригінаторами: висота на час повної стиглості в сорту ‘Лан 59’ – 118–124 см, гібридів ‘Бріґго F1’ – 110–130 см та ‘Бурґго F1’ – 110–135 см. Тобто їх можна класифікувати як низькорослі з високою стійкістю до вилягання.

3.3. Фотосинтетична активність посівів сорго зернового

За вивчення впливу елементів технології вирощування сорго зернового на

площу листової поверхні посівів одержано наступні результати (табл. 3.4). Фотосинтетичні параметри посівів виступають важливим фактором отримання високого врожаю сорго зернового, адже рослини С4 типу фотосинтезу набагато вимогливіші до забезпечення оптимального надходження сонячної енергії до фотосинтетичного апарату, ніж рослини С3 типу фотосинтезу. Тому створення посівів з оптимальною загальною й оптичною щільністю, великими поверхнями контакту листової поверхні з інтенсивним сонячним освітленням актуальне, адже врожай напряду залежить від площі листа і продуктивності фотосинтезу [86]. Крім того, на формування величини листової поверхні впливають ще ряд факторів, серед яких виокремлюється рівень мінерального живлення рослин [22, 106, 195].

Площа листової поверхні рослин зернового сорго відзначена мінімальною у фазу повних сходів та у середньому по досліді становила 1,6 тис. м²/га. При цьому досліджувані гібриди незначно відрізнялися за згаданим показником. У цілому спостерігалися відхилення в площі листової поверхні, пов'язані з різною нормою застосування мінерального живлення, однак вони перебували в межах $HP_{0,05}$, тому мали радше тенденційний характер. Оскільки при проростанні насіння рослини в основному використовують елементи живлення з насінини, то можна вважати, що в цей проміжок часу важливим фактором для проростання виступає концентрація солей в ґрунтовому розчині. Разом із тим відомо, що в зернове сорго утворює відносно невелику насінину з обмеженим запасом поживних речовин в ній. Тому навіть на ранніх етапах росту і розвитку рослин варіанти з вищою концентрацією основних елементів живлення в ґрунті мали перевагу на мінімально удобрених ділянках.

На час настання фенофази куціння рослин сорго зернового в середньому по досліді формувалася площа листової поверхні на рівні 11,4 тис. м²/га, що співвідносно з площею поверхні поля, однак недостатньо для повного контролювання бур'янів в агроценозі [135]. В цей час уже відбулася диференціація площі листової поверхні відповідно до біологічних особливостей досліджуваних сорту і гібридів в 'Лан 59' вона становила 10,8 тис. м²/га,

‘Брігга F1’ – 11,9 тис. м²/га, ‘Бургго F1’ – 11,7 тис. м²/га. У сорту ‘Лан 59’ за ширини міжряддя 35 см максимальні показники площі листової поверхні були за застосування N₆₀P₆₀K₆₀+N₆₀ – 10,8 тис. м²/га, аналогічно за таких же варіантів досліду та ширини міжряддя 50 см площа листя була на рівні 11,3 тис. м²/га, за ширини міжряддя – 70 см відповідно 11,6 тис. м²/га. Аналогічно до показників сорту ‘Лан 59’ за застосування N₆₀P₆₀K₆₀+N₆₀ на усіх ширинах міжряддя в гібридів ‘Брігга F1’ та ‘Бургго F1’ відзначено максимальні показники площі листової поверхні. Аналогічно до показників сорту ‘Лан 59’ за застосування N₆₀P₆₀K₆₀+N₆₀ на усіх міжряддях в гібридів ‘Брігга F1’ та ‘Бургго F1’ була отримані максимальні показники площі листової поверхні. Хоча за відхилень 0,3–0,4 тис. м²/га порівняно з варіантами застосування добрив N₆₀P₆₀K₆₀+N₄₀ отримані показники площі листової поверхні знаходяться у межах НІР. Тобто варіанти застосування додаткового азотного підживлення на рівні N₄₀ та N₆₀ достовірно не відрізняються один від одного на ранніх етапах росту та розвитку сорго зернового.

На час виходу рослин сорго зернового в трубку в середньому по досліду посіви сформували площу листової поверхні на рівні 37,9 тис. м²/га, що достатньо для ефективного контролювання площі поля та активного накопичення енергії за рахунок фотосинтезу. Загалом на цьому етапі росту і розвитку рослин збереглися закономірності, встановлені в попередній період – площа листової поверхні рослин збільшувалася відповідно до інтенсивності мінерального живлення останніх, та була максимальною за ширини міжряддя 70 см в усіх досліджуваних гібридів. Хоча відхилення площі листової поверхні за ширини міжрядь 50 і 70 см відповідно й перебували в межах похибки досліду, тобто мали тенденційний характер.

У фазу викидання волоті площа листової поверхні рослин збільшилася в середньому на 9,9 тис. м²/га, із максимальними показниками у гібридів ‘Брігга F1’ та ‘Бургго F1’.

У фазу цвітіння в рослин сорго зернового зафіксована максимальна площа листової поверхні за вегетаційний період, яка в середньому по досліду вона

становила 59,1 тис. м²/га. В сорту 'Лан 59' це відповідно 55,7 тис. м²/га, у 'Брігга F1' – 61,3 тис. м²/га та в 'Бургго F1' – 60,2 тис. м²/га.

За ширини міжряддя 50 см максимальні показники площі листкової поверхні в досліджуваних сорту і гібридів сорго зернового спостерігали на варіантах застосування мінеральних добрив N₆₀P₆₀K₆₀+N₄₀ та N₆₀P₆₀K₆₀+N₆₀ відповідно. Аналогічні дані отримано і на варіантах за міжряддя 70 см.

Таблиця 3.4

Площа листкової поверхні посівів сорго залежно від елементів технології вирощування, середнє за 2015-2017 рр., тис. м²/г

Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряд-дя, см (фактор В)	Варіант удобрєння, кг/га (фактор С)	Фаза розвитку					
			Повні сходи	Кушїн- ня	Вихід у трубку	Вики- дання волоті	Цвітін- ня	Повна стиг- лість
'Лан 59'	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	1,3	10,1	32,3	40,9	49,9	31,0
		ф + N ₂₀	1,5	10,3	33,8	42,8	52,9	30,7
		ф + N ₄₀	1,6	10,5	35,0	44,0	54,9	32,4
		ф + N ₆₀	1,7	10,8	36,4	45,8	56,7	34,0
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	1,3	10,6	33,9	42,9	52,4	32,5
		ф + N ₂₀	1,5	10,8	35,4	44,9	55,5	32,2
		ф + N ₄₀	1,6	11,0	36,7	46,2	57,7	34,0
		ф + N ₆₀	1,7	11,3	38,3	48,1	59,4	35,7
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	1,3	10,8	34,6	43,7	53,3	33,2
		ф + N ₂₀	1,6	11,0	36,1	45,8	56,6	32,8
		ф + N ₄₀	1,7	11,2	37,5	47,0	58,6	34,6
		ф + N ₆₀	1,8	11,6	39,0	49,0	60,6	36,4
рігга F1'	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	1,4	11,1	35,6	45,0	54,9	34,1
		ф + N ₂₀	1,7	11,3	37,1	47,1	58,2	33,7
		ф + N ₄₀	1,8	11,6	38,5	48,4	60,4	35,7
		ф + N ₆₀	1,9	11,9	40,0	50,4	62,3	37,4
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	1,5	11,7	37,3	47,2	57,6	35,7
		ф + N ₂₀	1,7	11,9	38,9	49,5	61,1	35,4
		ф + N ₄₀	1,8	12,1	40,3	50,9	63,5	37,4
		ф + N ₆₀	1,9	12,5	42,1	53,0	65,3	39,2
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	1,5	11,9	38,1	48,1	58,6	36,5
		ф + N ₂₀	1,7	12,2	39,7	50,4	62,3	36,1
		ф + N ₄₀	1,8	12,4	41,2	51,7	64,5	38,1
		ф + N ₆₀	1,9	12,7	42,9	53,9	66,7	40,0

Продовження таблиці 3.4								
Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряд- дя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Фаза розвитку					
			Повні сходи	Кущін- ня	Вихід у трубку	Викидан- ня волоті	Цвітін- ня	Повна стиг- лість
‘Бургто F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	1,4	10,9	34,9	44,2	53,9	33,5
		ф + N ₂₀	1,6	11,1	36,5	46,3	57,1	33,2
		ф + N ₄₀	1,7	11,3	37,8	47,5	59,3	35,0
		ф + N ₆₀	1,8	11,7	39,3	49,5	61,3	36,7
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	1,4	11,5	36,7	46,3	56,5	35,2
		ф + N ₂₀	1,7	11,7	38,3	48,6	60,0	34,8
		ф + N ₄₀	1,8	11,9	39,6	49,9	62,3	36,7
		ф + N ₆₀	1,9	12,3	41,4	52,0	64,2	38,5
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	1,4	11,7	37,4	47,2	57,5	35,9
		ф + N ₂₀	1,7	11,9	39,0	49,5	61,1	35,5
		ф + N ₄₀	1,8	12,1	40,5	50,7	63,3	37,4
		ф + N ₆₀	1,9	12,5	42,1	53,0	65,5	39,2
НІР _{0,05}			0,2	0,4	0,9	1,2	1,3	1,0

За порівняння площі листкової поверхні досліджуваних рослин сорго в середньому по досліді одержано наступні результати (рис. 3.3.).

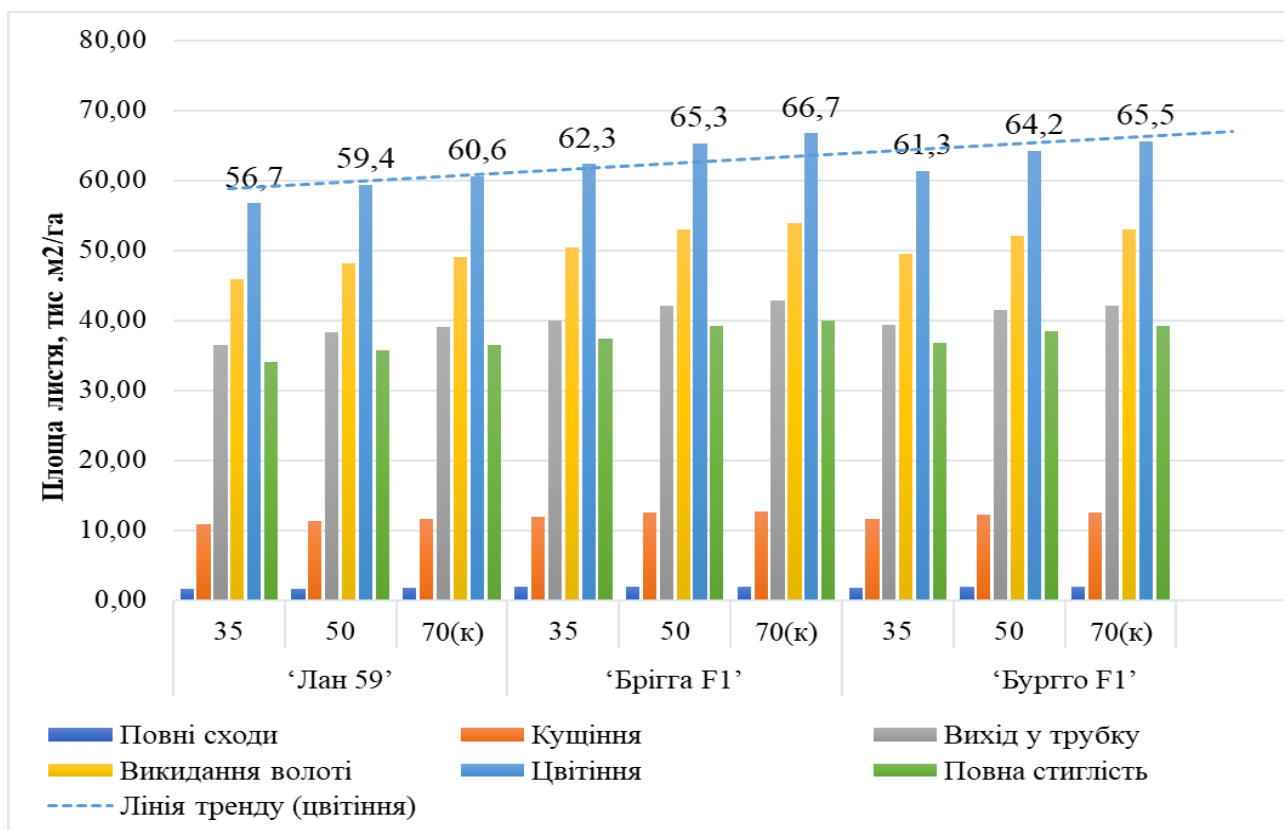


Рис. 3.3. Площа листкової поверхні досліджуваних рослин сорго зернового в середньому по досліді, середнє за 2015–2017 рр.

На час настання фази повної стиглості рослин площа листкової поверхні виявилася на 23,8 тис. м²/га меншою порівняно з попередньою фазою росту та розвитку рослин. Проте в цілому усі висвітлені закономірності на більш ранніх фазах розвитку збереглися.

Як уже зазначалося, значних відмінностей між досліджуваними сортом та гібридами в площі листкової поверхні на час повних сходів не встановлено. За вивчення впливу елементів технології вирощування сорго зернового на динаміку накопичення сухої речовини одержано наступні результати (табл 3.5).

Уже у фазу виходу в трубку максимальна площа листя відзначена у гібрида 'Брігга F1', тоді як мінімальні параметри в 'Лан 59'. Надалі така ж тенденція розподілу сорту та гібридів за площею листя збереглася в більш пізні фази.

Значне збільшення площі листкової поверхні порівняно з попереднім обліковим періодом зафіксовано в проміжок між фазою кушіння-вихід в трубку в середньому по досліді на 26,4 тис. м²/га.

Таблиця 3.5

Динаміка накопичення сухої речовини сорго зернового залежно від впливу елементів технології вирощування, середнє за 2015–2017 рр., т/га

Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрєння, кг/га (фактор С)	Фаза розвитку					
			повні сходи	кушін- ня	вихід у трубку	викида- ння волоті	цвітін- ня	повна стиг- лість
Лан 59' (к)	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,04	1,17	2,98	4,19	4,66	8,96
		ф + N ₂₀	0,04	1,24	3,08	4,41	4,91	9,39
		ф + N ₄₀	0,05	1,36	3,34	4,85	5,39	10,2
		ф + N ₆₀	0,05	1,39	3,46	4,95	5,50	10,3
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,04	1,18	2,97	4,25	4,72	9,09
		ф + N ₂₀	0,05	1,27	3,12	4,54	5,04	9,63
		ф + N ₄₀	0,05	1,41	3,55	5,05	5,62	10,6
		ф + N ₆₀	0,05	1,45	3,62	5,16	5,73	10,8
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,04	1,06	2,70	3,76	4,18	8,04
		ф + N ₂₀	0,04	1,12	2,71	4,01	4,45	8,51
		ф + N ₄₀	0,05	1,25	3,12	4,49	4,99	9,44
		ф + N ₆₀	0,05	1,29	3,18	4,58	5,08	9,55

Продовження таблиці 3.5								
Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Фаза розвитку					
			повні сходи	кущін- ня	вихід у трубку	викида- ння волоті	цвітін- ня	повна стиг- лість
Брігга F1'	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,06	1,76	4,24	6,28	6,98	13,4
		ф + N ₂₀	0,07	1,85	4,72	6,68	7,42	14,2
		ф + N ₄₀	0,07	1,99	5,05	7,12	7,93	15,0
		ф + N ₆₀	0,07	2,04	5,09	7,28	8,08	15,2
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,07	1,95	4,80	6,98	7,77	15,0
		ф + N ₂₀	0,07	2,04	5,12	7,29	8,10	15,5
		ф + N ₄₀	0,08	2,14	5,46	7,69	8,54	16,2
		ф + N ₆₀	0,08	2,18	5,53	7,81	8,69	16,3
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,07	1,82	4,56	6,54	7,25	14,0
		ф + N ₂₀	0,07	1,91	4,86	6,84	7,60	14,5
		ф + N ₄₀	0,07	2,03	5,02	7,19	7,99	15,1
		ф + N ₆₀	0,07	2,06	5,16	7,33	8,14	15,3
'Бургго F1'	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,06	1,71	4,16	6,10	6,78	13,0
		ф + N ₂₀	0,06	1,78	4,55	6,40	7,11	13,6
		ф + N ₄₀	0,07	1,88	4,71	6,72	7,47	14,1
		ф + N ₆₀	0,07	1,93	4,76	6,85	7,61	14,3
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,06	1,82	4,43	6,47	7,19	13,8
		ф + N ₂₀	0,07	1,90	4,78	6,76	7,51	14,4
		ф + N ₄₀	0,07	2,00	5,07	7,13	7,92	15,0
		ф + N ₆₀	0,07	2,03	5,06	7,28	8,07	15,2
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,06	1,71	4,23	6,08	6,76	13,0
		ф + N ₂₀	0,06	1,79	4,52	6,42	7,14	13,6
		ф + N ₄₀	0,07	1,89	4,76	6,75	7,49	14,2
		ф + N ₆₀	0,07	1,92	4,69	6,84	7,61	14,3
НІР _{0,05}			0,01	0,21	0,29	0,42	0,63	1,23

У міжфазні періоди вихід у трубку-викидання волоті та викидання волоті-цвітіння площа листя зростала на 9,9 та 11,2 тис. м²/га відповідно.

На час повної стиглості зерна в середньому по досліді площа листя в сорту 'Лан 59' становила 33,3, 'Брігга F1' – 33,6 та Бургго F1 – 35,9 тис. м²/га відповідно.

На час формування повних сходів рослини сорго зернового накопичували мінімальну кількість сухої речовини на одиницю площі. Ці показники не залежали від варіантів досліді, а лише винятково від біологічних особливостей досліджуваних рослин сорго, саме маси тисячі насінин, тобто запасу доступних рослинам елементів живлення, необхідних для проростання

та початкового росту.

У фазу кущіння на 1 гектар площі поля сорго зернове формувало в середньому 1,7 т сухої речовини, тоді як сорту ‘Лан 59’ – 1,3 т/га, ‘Брігга F1’ – 2,0 т/га, ‘Бургто F1’ – 1,9 т/га відповідно. У сорту ‘Лан 59’ за ширини міжряддя 50 см і застосування удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40-60}$ отримано 1,41–1,45 т/га сухої речовини. При цьому в аналогічних варіантах досліду в гібридів ‘Брігга F1’ та ‘Бургто F1’ згаданий показник знаходився на рівні 2,14–2,18 т/га та 2,00–2,03 т/га сухої речовини.

З подальшим ростом і розвитком рослин зернового сорго кількість сухої речовини, сформованої на одиниці площі поля, збільшувалася. Так, у фазу виходу в трубку в середньому по досліді визначено 4,3 т/га сухої речовини, у фазу викидання волоті – 6,1, у фазу цвітіння – 6,8 т/га.

Оптимальними щодо накопичення сухої речовини в усіх досліджуваних сорту і гібридів залишилися варіанти за міжряддя 50 см та норми застосування добрив $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40-60}$.

У період часу після цвітіння до повної стиглості рослин збільшення сухої речовини на одиницю площі відбувалося в основному за рахунок формування та досягання насіння. В сорту ‘Лан 59’ за ширини міжряддя 50 см та удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40-60}$ отримано 10,6–10,8 т/га сухої речовини. Тоді як в аналогічних варіантах досліду в гібридів ‘Брігга F1’ і ‘Бургто F1’ рослини сформували рослинам 16,2–16,3 т/га та 15,0–15,2 т/га сухої речовини.

Наступним важливим показником фотосинтетичної активності рослин вирізняють фотосинтетичний потенціал посівів. За вивчення впливу елементів технології вирощування сорго зернового на фотосинтетичний потенціал посівів одержано наступні результати (табл. 3.6).

В міжфазний період кущення-вихід в трубку в середньому по досліді фотосинтетичний потенціал перебував на рівні 0,03 тис. м²/га. Так у сорту ‘Лан 59’ найвищі значення зафіксовано за ширини міжряддя 35 та 70 см та додаткового застосування азотних добрив на рівні $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{20}$, у ‘Брігга F1’ за міжряддя 70 см та внесення $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40}$, а ‘Бургто F1’ – 70 см і удобрення

$N_{60}P_{60}K_{60}+N_{20}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{60}$.

Фотосинтетичний потенціал у міжфазний період вихід у трубку-викидання волоті в середньому по досліді досягнув рівня 0,68 тис. $m^2/га$, а за норми застосування добрив $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{60}$ та ширини міжряддя 50 і 70 см показники фотосинтетичного потенціалу, як сорту так і гібридів, виявилися найвищі. Так у сорту 'Лан 59' він досягав 0,74 тис. $m^2/га$, у гібридів 'Брігга F1' і у 'Бургго F1' – 0,76 та 0,75 тис. $m^2/га$ відповідно. Варто відмітити, що за збільшення норми азотних добрив у зазначений період, показники фотосинтетичного потенціалу зростали у всіх досліджуваних рослин тенденційна.

У період викидання волоті-цвітіння в середньому по досліді фотосинтетичний потенціал формувався на рівні 0,45 тис. $m^2/га$, у 'Лан 59' – 0,61 тис. $m^2/га$, 'Брігга F1' – 0,42, та 'Бургго F1' – 0,31 тис. $m^2/га$. За застосування більших доз мінерального живлення показники фотосинтетичного потенціалу зростали в усіх досліджуваних рослин сорго зернового.

Таблиця 3.6

Фотосинтетичний потенціал посівів сорго зернового залежно від впливу елементів технології вирощування, середнє за 2015–2017 рр., тис. $m^2/га$

Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Міжфазний період			
			кущіння - вихід у трубку	вихід у трубку - викидання волоті	викидання волоті - цвітіння	цвітіння - повна стиглість
'Лан 59'(к)	35	$N_{60}P_{60}K_{60}$ (ф)	0,03	0,57	0,55	0,50
		ф + N_{20}	0,04	0,62	0,54	0,57
		ф + N_{40}	0,03	0,68	0,51	0,54
		ф + N_{60}	0,03	0,71	0,58	0,51
	50	$N_{60}P_{60}K_{60}$ (ф)	0,02	0,58	0,61	0,57
		ф + N_{20}	0,02	0,67	0,56	0,60
		ф + N_{40}	0,03	0,72	0,58	0,57
		ф + N_{60}	0,03	0,74	0,60	0,54
	70(к)	$N_{60}P_{60}K_{60}$ (ф)	0,03	0,59	0,67	0,49
		ф + N_{20}	0,04	0,66	0,66	0,46
		ф + N_{40}	0,03	0,68	0,72	0,48
		ф + N_{60}	0,03	0,71	0,75	0,44

Продовження таблиці 3.6						
Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Міжфазний період			
			кущіння- вихід у трубку	вихід у трубку- викидання волоті	викидання волоті - цвітіння	цвітіння- повна стиглість
‘Брігга F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,03	0,61	0,40	0,40
		ф + N ₂₀	0,03	0,68	0,42	0,42
		ф + N ₄₀	0,03	0,70	0,39	0,44
		ф + N ₆₀	0,03	0,73	0,41	0,45
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,02	0,66	0,38	0,42
		ф + N ₂₀	0,03	0,66	0,44	0,50
		ф + N ₄₀	0,02	0,73	0,41	0,51
		ф + N ₆₀	0,03	0,76	0,43	0,47
	70(к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,03	0,65	0,43	0,43
		ф + N ₂₀	0,03	0,67	0,45	0,45
		ф + N ₄₀	0,04	0,72	0,42	0,46
		ф + N ₆₀	0,03	0,75	0,48	0,42
‘Бурґго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,02	0,60	0,32	0,39
		ф + N ₂₀	0,03	0,64	0,33	0,36
		ф + N ₄₀	0,03	0,66	0,34	0,37
		ф + N ₆₀	0,03	0,69	0,36	0,39
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,03	0,65	0,29	0,41
		ф + N ₂₀	0,03	0,70	0,26	0,43
		ф + N ₄₀	0,03	0,72	0,31	0,45
		ф + N ₆₀	0,03	0,75	0,33	0,46
	70(к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,03	0,64	0,30	0,42
		ф + N ₂₀	0,04	0,69	0,27	0,44
		ф + N ₄₀	0,03	0,71	0,32	0,46
		ф + N ₆₀	0,04	0,74	0,33	0,41

У проміжку часу між цвітіння-повна стиглість оптимальною шириною міжряддя для формування найвищих значень фотосинтетичний потенціал – 50 см. В той же час відбувся і перерозподіл рівня формування фотосинтетичного потенціалу відповідно удобрення. Так у ‘Лан 59’ максимальні значення були відмічені за варіанту удобрення N₆₀P₆₀K₆₀+N₂₀, тоді як у ‘Брігга F1’ і ‘Бурґго F1’ – за N₆₀P₆₀K₆₀+N₄₀ та N₆₀P₆₀K₆₀+N₆₀ відповідно.

У сорту ‘Лан 59’ максимальні показники фотосинтетичного потенціалу відзначено у міжфазний період викидання волоті-цвітіння за ширини міжряддя 70 см і максимального удобрення – 0,75 тис. м²/га, тоді як для ‘Брігга F1’ і ‘Бурґго F1’ найвищі значення фіксували в період вихід у трубку-викидання

волоті, а оптимальною була ширина міжряддя 50 і 70 см – одержано 0,76 та 0,75 тис. $\text{м}^2/\text{га}$ відповідно.

У міжфазний період кушіння – вихід у трубку чиста продуктивність фотосинтезу посівів сорго зернового в середньому по досліді становила $3,8 \text{ г}/\text{м}^2$ за добу, по сорту та гібридах: – ‘Лан 59’ – 2,9, ‘Брігга F1’ – 4,3 та Бургго F1 – $4,1 \text{ г}/\text{м}^2$ за добу. В сорту ‘Лан 59’ та гібрида ‘Бургго F1’ оптимальними за показниками ЧПФ виявилося міжряддя 35 см, тоді як у ‘Брігга F1’ – 50 см. Ймовірно, це пов’язано тим, що рослини ще не досягли свого максимуму листової поверхні і фотосинтетичний апарат працював ефективно за ширини міжряддя 35 см.

У міжфазний період виходу в трубку – викидання волоті в середньому по досліді чиста продуктивність фотосинтезу збільшилася до $4,6 \text{ г}/\text{м}^2$ за добу, адже в цей проміжок часу рослини значно інтенсивніше накопичували вегетативну масу. В гібридів ‘Брігга F1’ і ‘Бургго F1’ оптимальними за показниками ЧПФ виявилося міжряддя 50 см, у ‘Лан 59’ – 35 см.

Відповідно серед досліджуваних рослин сорго сорт ‘Лан 59’ характеризувався найменшою інтенсивністю накопичення чистої продуктивності фотосинтезу – $2,3 \text{ г}/\text{м}^2$ за добу, коли в гібридів ‘Брігга F1’ та ‘Бургго F1’ відповідно 5,0 та $6,5 \text{ г}/\text{м}^2$ за добу.

У проміжок між фенологічними фазами викидання волоті – цвітіння чиста продуктивність фотосинтезу зменшилася до $1,5 \text{ г}/\text{м}^2$ за добу. Швидше за все це пов’язано не тільки з відносно короткою тривалістю даного періоду, а й з тим, що рослини готувалися до цвітіння, при цьому незначно накопичували вегетативну масу.

У наступний період цвітіння – повна стиглість у середньому по досліді чиста продуктивність фотосинтезу знаходилася на рівні $3,7 \text{ г}/\text{м}^2$ за добу. Основна суха речовина, що накопичувалася у цей час, мала безпосереднє відношення до формування та наливу зерна.

Також варто зазначити, що оптимальними за показником чистої продуктивності фотосинтезу виявилися варіанти вирощування сорго зернового

за ширини міжряддя 50 см в досліджуваних як сорту так і гібридів. Хоча 'Брігга F1' і 'Бургто F1' накопичували суху речовини інтенсивніше, чим 'Лан 59' – 2,7 та 2,5 г/м² за добу проти 2,2 г/м² за добу.

За результатами вивчення впливу елементів технології вирощування сорго зернового на чисту продуктивність фотосинтезу одержано наступні результати (табл. 3.7)

Таблиця 3.7

Чиста продуктивність фотосинтезу рослин сорго зернового залежно від елементів технології вирощування , середнє за 2015-2017 рр., г/м² за добу

Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрєння, кг/га (фактор С)	Міжфазний період			
			кущіння- вихід в трубку	вихід у трубку- викидання волоті	викидання волоті - цвітіння	цвітіння - повна стиглість
'Лан 59'(к)	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,2	2,2	0,9	2,2
		ф + N ₂₀	3,0	2,5	0,9	2,2
		ф + N ₄₀	2,9	2,9	1,0	2,3
		ф + N ₆₀	2,9	2,6	1,1	2,2
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,1	2,1	0,8	2,2
		ф + N ₂₀	2,8	2,5	0,8	2,2
		ф + N ₄₀	3,0	2,6	1,0	2,3
		ф + N ₆₀	2,9	2,6	1,1	2,2
	70(к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	2,8	1,6	0,9	1,9
		ф + N ₂₀	2,4	2,0	1,0	1,9
		ф + N ₄₀	2,7	1,9	1,1	2,1
		ф + N ₆₀	2,7	1,9	1,1	2,0
'Брігга F1'	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	4,1	5,1	1,7	2,5
		ф + N ₂₀	4,2	4,6	1,8	2,6
		ф + N ₄₀	4,4	5,3	1,9	2,6
		ф + N ₆₀	4,2	5,4	1,8	2,5
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	4,3	5,7	1,9	2,7
		ф + N ₂₀	4,7	4,9	1,6	2,7
		ф + N ₄₀	4,5	5,4	1,7	2,7
		ф + N ₆₀	4,4	5,3	1,8	2,6
	70(к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	4,2	4,6	1,7	2,5
		ф + N ₂₀	4,4	4,4	1,7	2,5
		ф + N ₄₀	4,1	5,2	1,7	2,5
		ф + N ₆₀	4,1	4,5	1,9	2,4

Продовження таблиці 3.7						
Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Міжфазний період			
			Кущіння- вихід в трубку	вихід в трубку- викидання волоті	викидання волоті- цвітіння	Цвітіння- повна стиглість
‘Бургіто F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	4,1	6,1	1,7	2,5
		ф + N ₂₀	4,3	5,6	2,0	2,5
		ф + N ₄₀	4,3	5,9	2,0	2,4
		ф + N ₆₀	4,1	5,9	1,9	2,4
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	4,0	7,0	1,7	2,5
		ф + N ₂₀	4,1	7,6	1,7	2,5
		ф + N ₄₀	4,3	6,6	1,8	2,5
		ф + N ₆₀	4,0	6,8	1,7	2,5
	70(к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	4,0	6,3	1,6	2,4
		ф + N ₂₀	4,0	7,2	1,6	2,4
		ф + N ₄₀	4,0	6,2	1,6	2,4
		ф + N ₆₀	3,8	6,5	1,8	2,2

Як встановлено, застосування додаткового азотного добрива на фоні внесення N₆₀P₆₀K₆₀ не сприяло значному зростанню накопичення сухої речовини. Це пов’язано з особливостями проведення досліджень із додатковим використанням азотних добрив за умови слабого насичення рухомими формами азоту ґрунту. Адже саме таке поєднання доступності елементів живлення в ґрунті та забезпечення їх з надходженням мінерального удобрення наклало відбиток на формування рослинами чистої продуктивності посівів. Так, застосування додаткового азоту (N₂₀₋₆₀) призводило до збільшення площі листової поверхні на 3,7 тис. м²/га порівняно з варіантом застосування добрив N₆₀P₆₀K₆₀, що у свою чергу і зумовило вклад в закономірності формування показника чистої продуктивності посівів сорго зернового.

3.4. Особливості накопичення елементів живлення в рослинах та зерні сорго

Сорго належить до культур з відносно незначною потребою в елементах живлення. Так, на формування однієї тони зерна рослини засвоюють з ґрунту 16–37 кг азоту, 4,0–9,6 кг P₂O₅, 17–27 кг K₂O. Водночас за умови формування

високого врожаю посівами сорго зернового сумарний винос основних елементів живлення сягає значних величин [64, 170, 194].

Дослідження проведені у різних зонах України свідчать, що посіви сорго зернового добре реагують на застосування додаткових доз добрив [56, 87, 118 147, 144,]. Разом із тим, достатній рівень забезпечення ґрунту хімічними елементами призводить й до зростання їх вмісту у тканинах рослин, порівняно з неудообреними варіантами, вище оптимального рівня, необхідного для нормального росту і розвитку [34, 65, 167]. Тому кількість і співвідношення елементів живлення, необхідних для росту і розвитку рослин сорго зернового слід визначати переважно за вмістом рухомих форм хімічних елементів у ґрунті компенсуючи нестачу елементів добривами [88, 170, 210].

Якщо аналізувати потребу рослин сорго зернового в елементах живлення впродовж їх росту і розвитку, то споживання основних елементів змінюється впродовж онтогенезу. Мінімальне споживання елементів живлення спостерігається на початку вегетаційного періоду, коли рослини ростуть повільно. Далі, у період інтенсивного формування надземної маси значно активізується споживання азоту, а під час формування кореневої системи і репродуктивних органів відповідно збільшується потреба щодо фосфору та калію [236, 257].

Азот є одним з важливих макроелементів, що забезпечує інтенсивний ріст вегетативної маси рослин та формування площі листової поверхні. Найінтенсивніше азот засвоюється рослинами сорго зернового в проміжок часу за 10–15 днів до початку викидання волоті і 10–15 днів післяцвітіння.

Водночас варто зауважити, що потреба рослин в азоті за рахунок природної родючості ґрунту може бути забезпечена всього на 39–45 %, тоді як потреба в фосфорі – на 53–60, у калії – на 94–100 %. Разом із тим, надлишкові дози мінерального азоту можуть призвести до значного переростання рослин та накопичення ними вегетативної маси, надмірного непродуктивного кущіння й гілкування, послаблення посухостійкості, збільшення тривалості періоду росту та розвитку [91, 92, 255].

За визначення динаміки вмісту загального азоту в рослинах сорго зернового залежно від застосовуваних у досліді схем удобрення та ширини міжряддя одержано наступні результати (табл. 3.8; додаток Д).

У фазу кушіння сорго зернового в рослинах у середньому по досліді загальний азот становив 3,1 % на суху речовину, тоді як сорт і гібриди суттєво різнилися між собою.

Збільшення азотного живлення від 20 до 60 кг/га зумовлювало підвищення концентрації загального азоту в рослинах незалежно від міжряддя та сорту чи гібрида. Тобто отримана закономірність має загальнобіологічний тип взаємодії.

У фазу виходу в трубку сорго зернового в рослинах у середньому по досліді загальний азот знаходився на рівні 2,3 % із розрахунку на суху речовину. При цьому закономірності збільшення вмісту азоту залежно від зростання норми внесення азотних добрив збереглися за аналогією з попередньою фазою росту і розвитку рослин.

Таблиця 3.8

Динаміка вмісту загального азоту в рослинах сорго зернового залежно від удобрення та ширини міжряддя (2015–2017 рр.), % на суху речовину

Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Фаза росту і розвитку рослин						
			кушін- ня	вихід у трубку	цвітіння		повна стиглість		
					листя	стеб- ла	листя	стеб- ла	зерно
'Лан 59' (к)	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	2,96	2,07	1,75	0,81	1,16	0,17	1,57
		ф +N ₂₀	3,05	2,18	1,81	0,88	1,19	0,20	1,64
		ф +N ₄₀	3,17	2,29	2,15	1,04	1,27	0,22	1,68
		ф +N ₆₀	3,20	2,42	2,21	1,10	1,33	0,25	1,73
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,01	2,02	1,86	0,90	1,23	0,17	1,60
		ф +N ₂₀	3,14	2,23	1,95	0,96	1,25	0,23	1,68
		ф +N ₄₀	3,20	2,42	2,17	1,07	1,29	0,25	1,71
		ф +N ₆₀	3,23	2,53	2,25	1,13	1,36	0,26	1,76
	70(к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,05	2,10	2,18	1,03	1,27	0,20	1,70
		ф +N ₂₀	3,13	2,26	2,22	1,10	1,33	0,24	1,77
		ф +N ₄₀	3,25	2,37	2,31	1,15	1,36	0,28	1,79
		ф +N ₆₀	3,34	2,46	2,33	1,19	1,38	0,30	1,84

Продовження таблиці 3.8									
Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Фаза росту і розвитку рослин						
			кущін- ня	вихід у трубку	цвітіння		повна стиглість		
					листя	стеб- ла	листя	стеб- ла	зерно
‘Брігга F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	2,96	2,16	1,88	0,94	1,20	0,22	1,66
		ф +N ₂₀	3,08	2,31	2,03	0,97	1,27	0,25	1,75
		ф +N ₄₀	3,18	2,39	2,16	1,04	1,29	0,28	1,81
		ф +N ₆₀	3,20	2,55	2,37	1,17	1,32	0,32	1,95
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,04	2,20	1,91	0,86	1,22	0,23	1,71
		ф +N ₂₀	3,15	2,35	1,95	0,93	1,27	0,26	1,79
		ф +N ₄₀	3,23	2,47	2,10	1,02	1,30	0,29	1,89
		ф +N ₆₀	3,27	2,61	2,45	1,21	1,33	0,33	1,93
	70(к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,02	2,27	1,97	0,94	1,25	0,21	1,85
		ф +N ₂₀	3,16	2,39	2,05	1,02	1,30	0,27	1,91
		ф +N ₄₀	3,30	2,53	2,26	1,13	1,32	0,31	1,79
		ф +N ₆₀	3,35	2,70	2,47	1,23	1,36	0,35	1,93
‘Бургго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	2,87	2,12	1,95	0,95	1,18	0,18	1,64
		ф +N ₂₀	2,96	2,25	2,05	1,03	1,22	0,23	1,70
		ф +N ₄₀	3,10	2,31	2,10	1,15	1,27	0,27	1,93
		ф +N ₆₀	3,23	2,38	2,23	1,18	1,32	0,30	2,00
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	2,93	2,18	1,91	1,02	1,23	0,23	1,78
		ф +N ₂₀	3,03	2,27	2,08	1,07	1,31	0,28	1,91
		ф +N ₄₀	3,14	2,47	2,21	1,13	1,34	0,31	1,94
		ф +N ₆₀	3,32	2,55	2,28	1,22	1,37	0,32	2,02
	70(к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,07	2,20	1,98	1,06	1,23	0,25	1,75
		ф +N ₂₀	3,16	2,35	2,13	1,10	1,30	0,28	1,84
		ф +N ₄₀	3,21	2,44	2,22	1,18	1,33	0,33	1,94
		ф +N ₆₀	3,33	2,59	2,35	1,24	1,38	0,34	2,01

Водночас варіанти з шириною міжряддя 50 та 70 см відрізнялися від аналогічних варіантів за міжряддя 35 см у межах 0,02–0,21, однак чіткої переваги за шириною міжряддя 50 або 70 см не відзначено.

У фазу цвітіння сорго зернового в листках рослин визначено 2,1 % азоту на суху речовину, у стеблах – 1,1 %, тобто співвідношення було як 67 % до 33 % відносно загального вмісту в рослинах. Разом із тим загальні закономірності накопичення азоту збереглися порівняно до тих, що спостерігалися в попередні періоди росту та розвитку рослин сорго. Станом на повну стиглість у зерні сорго знаходилося 1,8 % загального азоту, в стеблах –

0,3 %, у листках – 1,3 %.

За визначення вмісту азоту в рослинах досліджуваних сорту і гібридів сорго зернового в середньому по досліді на час повної стиглості рослин одержано наступні показники (рис. 3.4).

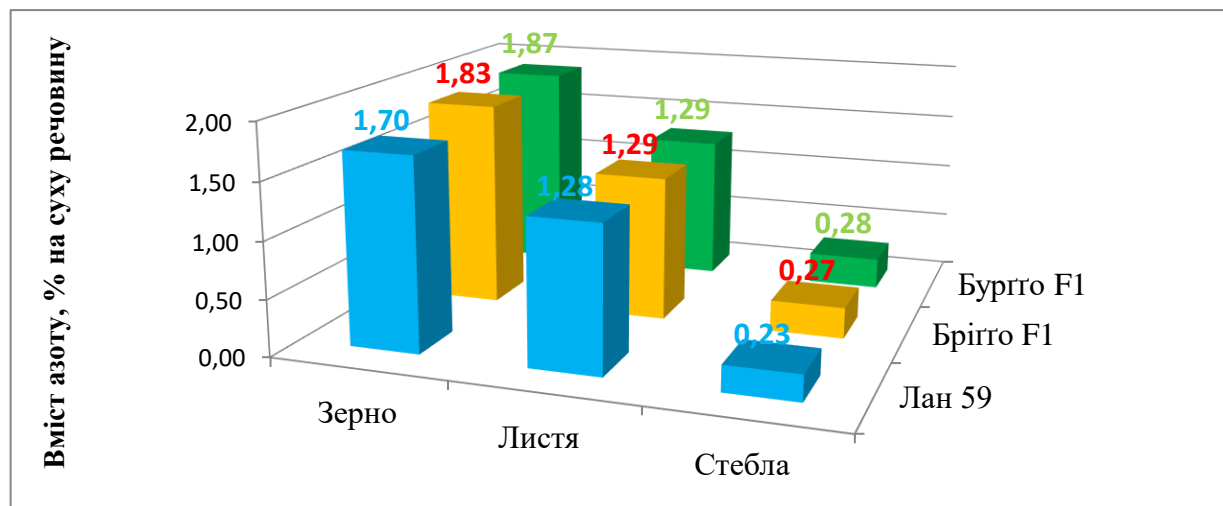


Рис. 3.4. Вміст азоту в рослинах досліджуваних сорту та гібридів сорго зернового в середньому по досліді, середнє за 2015–2017 рр., % суху речовину.

Максимальним вміст азоту в стеблах сорго зернового виявився у гібрида ‘Буріто F1’ – 0,28 %, мінімальним – у сорту ‘Лан 59’ – 0,23 %. При цьому значних відмінностей в накопиченні азоту в листках досліджуваних рослин сорго не виявлено, що ймовірно можна пояснити накопиченням у період повної стиглості рослин максимальної кількості доступного азоту в насінні і лише фізіологічно зв’язаний азот залишається в листі рослин. Тобто відбувається своєрідна «утилізація» азоту доступного до повторного його використання в запасних поживних речовинах, накопичених в ендоспермі насінини. В зерні сорго сорту ‘Лан 59’ визначено 1,70 % азоту, в ‘Бріґа F1’ і ‘Буріто F1’ відповідно 1,83 та 1,87 %.

Фосфор у онтогенезі сорго зернового також відіграє не менш важливу роль, хоча засвоюється в менших кількостях ніж азот. Оскільки елемент прискорює проростання насіння й активізує ріст рослин та бере участь у формуванні кореневої системи, то активне поглинання фосфору розпочинається з перших днів вегетації [132]. Так, до фази викидання волоті рослини сорго зернового засвоюють близько 50 % загальної його потреби [11].

На відміну від азоту вміст фосфору в надземних органах сорго зернового не накопичується надмірно за різного рівня їх забезпечення цим елементом [60, 195]. Однак за нестачі фосфору та високого рівня забезпечення азотом рослини сорго формують надмірно велику вегетативну масу, у них сповільнюється дозрівання [116, 194].

У дослідженнях з вивчення динаміки вмісту фосфору в рослинах сорго одержано наступні результати (табл. 3.9; додаток Е).

Таблиця 3.9

**Динаміка вмісту фосфору в рослинах сорго зернового залежно від
удобрення та ширини міжряддя (2015-2017 рр.), % на суху речовину**

Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Фаза росту і розвитку рослин						
			кущін- ня	вихід у трубку	цвітіння		повна стиглість		
					листя	стебла	листя	стебла	зерно
‘Лан 59’ (к)	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,60	0,57	0,50	0,32	0,27	0,12	0,68
		ф +N ₂₀	0,63	0,59	0,51	0,34	0,29	0,13	0,71
		ф +N ₄₀	0,66	0,61	0,52	0,35	0,31	0,14	0,72
		ф +N ₆₀	0,69	0,64	0,52	0,36	0,31	0,14	0,73
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,67	0,63	0,52	0,36	0,30	0,13	0,72
		ф +N ₂₀	0,68	0,64	0,53	0,37	0,30	0,14	0,73
		ф +N ₄₀	0,71	0,66	0,53	0,38	0,30	0,14	0,73
		ф +N ₆₀	0,73	0,68	0,54	0,39	0,32	0,15	0,75
	70(к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,70	0,65	0,54	0,39	0,31	0,14	0,74
		ф +N ₂₀	0,71	0,65	0,55	0,40	0,32	0,15	0,75
		ф +N ₄₀	0,74	0,68	0,56	0,41	0,33	0,16	0,76
		ф +N ₆₀	0,76	0,71	0,56	0,41	0,34	0,17	0,76
‘Біріга F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,67	0,62	0,52	0,36	0,31	0,15	0,71
		ф +N ₂₀	0,64	0,58	0,52	0,35	0,30	0,14	0,71
		ф +N ₄₀	0,66	0,60	0,53	0,37	0,32	0,13	0,74
		ф +N ₆₀	0,70	0,63	0,54	0,39	0,32	0,14	0,75
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,69	0,63	0,54	0,37	0,31	0,14	0,73
		ф +N ₂₀	0,69	0,64	0,55	0,39	0,33	0,14	0,73
		ф +N ₄₀	0,71	0,66	0,57	0,42	0,33	0,16	0,75
		ф +N ₆₀	0,74	0,67	0,57	0,43	0,34	0,17	0,76
	70(к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,71	0,67	0,56	0,39	0,34	0,17	0,75
		ф +N ₂₀	0,71	0,68	0,57	0,41	0,35	0,19	0,76
		ф +N ₄₀	0,73	0,68	0,58	0,44	0,36	0,19	0,78
		ф +N ₆₀	0,75	0,70	0,59	0,46	0,38	0,19	0,80

Продовження таблиці 3.9

Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Фаза росту і розвитку рослин						
			Куштин- ня	Вихід у трубку	Цвітіння		Повна стиглість		
					листя	стебла	листя	стебла	зерно
‘Бургто F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,68	0,62	0,53	0,37	0,31	0,15	0,74
		ф +N ₂₀	0,66	0,60	0,50	0,35	0,31	0,14	0,72
		ф +N ₄₀	0,69	0,62	0,51	0,37	0,31	0,14	0,74
		ф +N ₆₀	0,69	0,64	0,52	0,37	0,31	0,15	0,74
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,69	0,62	0,52	0,36	0,31	0,14	0,73
		ф +N ₂₀	0,71	0,63	0,54	0,38	0,31	0,14	0,74
		ф +N ₄₀	0,74	0,65	0,56	0,40	0,33	0,15	0,75
		ф +N ₆₀	0,75	0,67	0,57	0,41	0,34	0,17	0,76
	70(к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	0,73	0,64	0,56	0,40	0,33	0,15	0,75
		ф +N ₂₀	0,73	0,65	0,57	0,40	0,33	0,15	0,76
		ф +N ₄₀	0,75	0,67	0,57	0,41	0,34	0,16	0,77
		ф +N ₆₀	0,77	0,69	0,58	0,43	0,35	0,17	0,78

У середньому по досліді в фазу кушіння вміст фосфору в рослинах сорго зернового в сорту ‘Лан 59’ становив 0,69 %, у гібридів ‘Брігта F1’ і ‘Бургто F1’ відповідно 0,70 та 0,72 %. Стосовно відмінностей між досліджуваними варіантами з різним удобренням, варто зауважити, що застосування різних концентрацій азотного добрива несуттєво впливало на накопичення фосфору в рослинах сорго зернового.

У фазу виходу рослин у трубку в середньому по досліді частка вмісту фосфору в рослинах сорго зернового знизилася до 0,64 %, тоді як у різних сорту та гібридів він виявився максимально близьким до параметрів середніх значень. Дещо успішнішим з накопичення фосфору були варіанти вирощування сорго зернового з міжряддям 50 і 70 см та нормами удобрення N₆₀P₆₀K₆₀+N₄₀₋₆₀. Однак у цілому вміст фосфору відрізнявся лише тенденційно (на соті відсотка) порівняно з аналогічними варіантами за ширини міжряддя 35 см.

У фазу цвітіння в середньому по досліді вміст фосфору в листках сорго знаходився на рівні 0,54 %, у стеблах – 0,39 %, у фазу повної стиглості – 0,32 та 0,15 %. Загалом тенденції накопичення фосфору відповідали аналогічним

закономірностям за попередні періоди росту та розвитку сорго зернового.

За результатами аналізу вмісту фосфору в рослинах досліджуваних сорту та гібридів сорго зернового в середньому по досліді можна стверджувати, що в усіх досліджуваних рослин сорго мінімальний вміст фосфору був у стеблах на час повного досягання насіння (рис. 3.5). У сорту 'Лан 59' його показник становив 0,14 %, у гібридів 'Брігга F1' – 0,16 % та 'Бургго F1' – 0,15 % на суху речовину.

У листках рослин досліджуваних сорту та гібридів вміст фосфору мінімальним виявився в 'Лан 59' – 0,31 %, тоді як максимальні значення відзначено у гібрида Брігга F1' – 0,33 %.

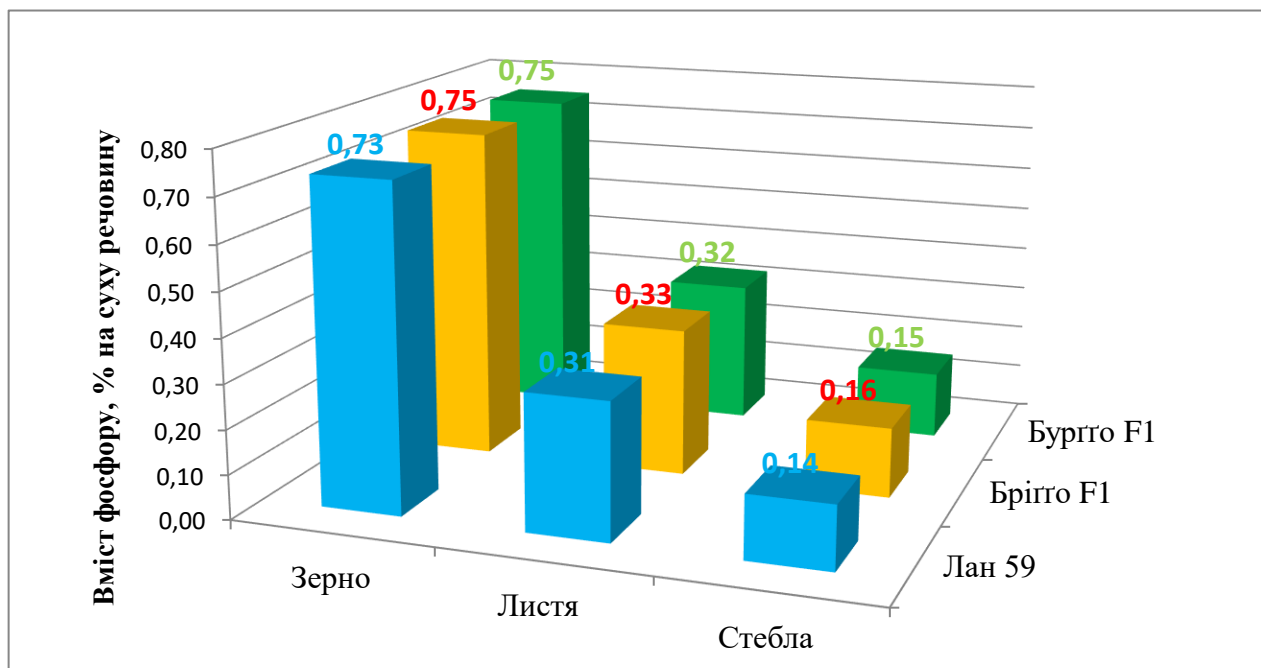


Рис. 3.5. Вміст фосфору в рослинах сорго зернового в середньому по досліді, середнє за 2015–2017 рр., %/суху речовину.

У насінні рослин накопичуються максимальні значення вмісту фосфору на одиницю сухої маси – для сорту 'Лан 59' – 0,73 %, 'Брігга F1' і 'Бургго F1' – 0,75 %.

Калій локалізується у точках росту, а також в органах, де відкладаються запасні речовини та бере участь в накопиченні в зерні сорго крохмалю і цукру. Завдяки достатньому рівню калійного живлення поліпшується надходження води в клітини, підвищується осмотичний тиск і тургор, знижується

випаровування вологи у рослин. Клітини повніше утримують воду і стають стійкішими до посухи [34,36, 55].

Калій рослини сорго зернового поглинають відносно рівномірно впродовж усього вегетаційного періоду. У цілому вміст калію в рослинах залежить від біологічних особливостей, ґрунтово-кліматичних умов, рівня застосування добрив та інших факторів [117, 233].

За визначення динаміки вмісту калію в рослинах сорго зернового залежно від удобрення та ширини міжряддя одержано наступні результати (табл. 3.10; додаток Ж).

Встановлено, що в середньому по досліді у фазу кущіння вміст калію в рослинах сорго зернового в сорту ‘Лан 59’ становив 3,65 %, у гібридів ‘Брігга F1’ і ‘Бургго F1’ відповідно 3,69 та 3,68 %.

На варіантах з різним удобренням застосування різних доз азотного добрива несуттєво впливало на накопичення калію в рослинах сорго зернового. Тобто усі основні закономірності накопичення калію в рослинах визначалися біологічною потребою культури взагалі, особливостями сорту і гібридів та закономірностями накопичення відповідно до фенологічної фази росту і розвитку рослин.

Так, у фазу виходу в трубку в середньому по досліді вміст калію в рослинах сорго зернового був дещо нижчим порівняно до попередньої фази – 3,21 %, тоді як у сорту ‘Лан 59’ – 3,17 %, у гібридів ‘Брігга F1’ і ‘Бургго F1’ – 3,26 та 3,20 %.

Дещо інтенсивнішими щодо накопичення калію виявилися варіанти вирощування сорго зернового з міжряддям 50 та 70 см та нормами удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40-60}$. Однак у цілому вміст калію відрізнявся незначно порівняно з аналогічними варіантами за ширини міжряддя 35 см.

У фазу цвітіння в середньому по досліді вміст калію в листках сорго становив 2,18 %, у стеблах – 1,67 %, тоді як у фазу повної стиглості – 1,25 та 1,44 %. Загалом тенденції накопичення калію відповідали аналогічним закономірностям за попередні періоди росту та розвитку сорго зернового. За

узагальнення вмісту калію в рослинах досліджуваних сорту та гібридів сорго зернового в середньому по досліді одержано наступні результати (рис. 3.6).

Таблиця 3.10

Динаміка вмісту калію в рослинах сорго зернового залежно від удобрення та ширини міжряддя (2015-2017 рр.), % на суху речовину

Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Фаза росту і розвитку рослин						
			Кушнін- ня	Вихід у трубку	Цвітіння		Повна стиглість		
					листя	стеб- ла	листя	стеб- ла	зерно
'Лан 59' (к)	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,61	3,01	1,96	1,40	1,14	1,22	0,41
		ф +N ₂₀	3,63	3,05	2,06	1,43	1,17	1,25	0,42
		ф +N ₄₀	3,62	3,07	2,12	1,48	1,21	1,27	0,43
		ф +N ₆₀	3,63	3,11	2,15	1,52	1,23	1,30	0,44
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,63	3,16	2,14	1,63	1,23	1,33	0,43
		ф +N ₂₀	3,65	3,19	2,16	1,72	1,26	1,34	0,44
		ф +N ₄₀	3,66	3,21	2,18	1,67	1,25	1,36	0,46
		ф +N ₆₀	3,66	3,22	2,19	1,76	1,28	1,40	0,47
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,66	3,21	2,17	1,75	1,30	1,38	0,47
		ф +N ₂₀	3,65	3,23	2,20	1,77	1,32	1,41	0,48
		ф +N ₄₀	3,68	3,26	2,23	1,82	1,34	1,43	0,47
		ф +N ₆₀	3,69	3,26	2,22	1,83	1,33	1,42	0,49
'Брігго F1'	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,64	3,19	2,11	1,48	1,17	1,38	0,45
		ф +N ₂₀	3,67	3,22	2,16	1,51	1,19	1,45	0,47
		ф +N ₄₀	3,66	3,24	2,17	1,56	1,23	1,43	0,48
		ф +N ₆₀	3,68	3,25	2,20	1,58	1,21	1,47	0,48
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,67	3,21	2,16	1,67	1,25	1,49	0,46
		ф +N ₂₀	3,69	3,25	2,19	1,77	1,27	1,51	0,48
		ф +N ₄₀	3,71	3,27	2,22	1,75	1,24	1,54	0,48
		ф +N ₆₀	3,71	3,28	2,24	1,80	1,27	1,55	0,49
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,69	3,24	2,20	1,78	1,33	1,53	0,50
		ф +N ₂₀	3,73	3,27	2,22	1,86	1,35	1,56	0,52
		ф +N ₄₀	3,71	3,30	2,24	1,84	1,36	1,58	0,51
		ф +N ₆₀	3,73	3,31	2,25	1,91	1,36	1,60	0,53
'Буррго F1'	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,64	3,09	2,07	1,42	1,14	1,33	0,42
		ф +N ₂₀	3,66	3,12	2,12	1,46	1,16	1,36	0,43
		ф +N ₄₀	3,69	3,14	2,15	1,52	1,21	1,39	0,44
		ф +N ₆₀	3,67	3,14	2,16	1,58	1,18	1,42	0,44
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,66	3,18	2,17	1,65	1,19	1,45	0,42
		ф +N ₂₀	3,68	3,20	2,18	1,69	1,23	1,46	0,45
		ф +N ₄₀	3,69	3,22	2,19	1,68	1,21	1,48	0,44
		ф +N ₆₀	3,68	3,23	2,20	1,72	1,24	1,53	0,45
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,68	3,25	2,18	1,83	1,28	1,51	0,46
		ф +N ₂₀	3,70	3,28	2,21	1,84	1,31	1,54	0,48
		ф +N ₄₀	3,68	3,27	2,20	1,83	1,29	1,56	0,48
		ф +N ₆₀	3,70	3,28	2,22	1,85	1,32	1,55	0,51

У стеблах рослин сорго відзначено максимальні показники вмісту калію на час повного досягання насіння. Так, у сорту 'Лан 59' цей параметр знаходився на рівні 1,34 %, 'Брігга F1' – 1,51 % і 'Бургго F1' – 1,47 % на суху речовину.

За аналогією зі стеблами в листках рослин сорго зернового теж накопичувалися доволі великі кількості калію: 'Лан 59' – 1,26 %, у 'Брігга F1' – 1,27 % та 'Бургго F1' – 1,23 % на суху речовину.

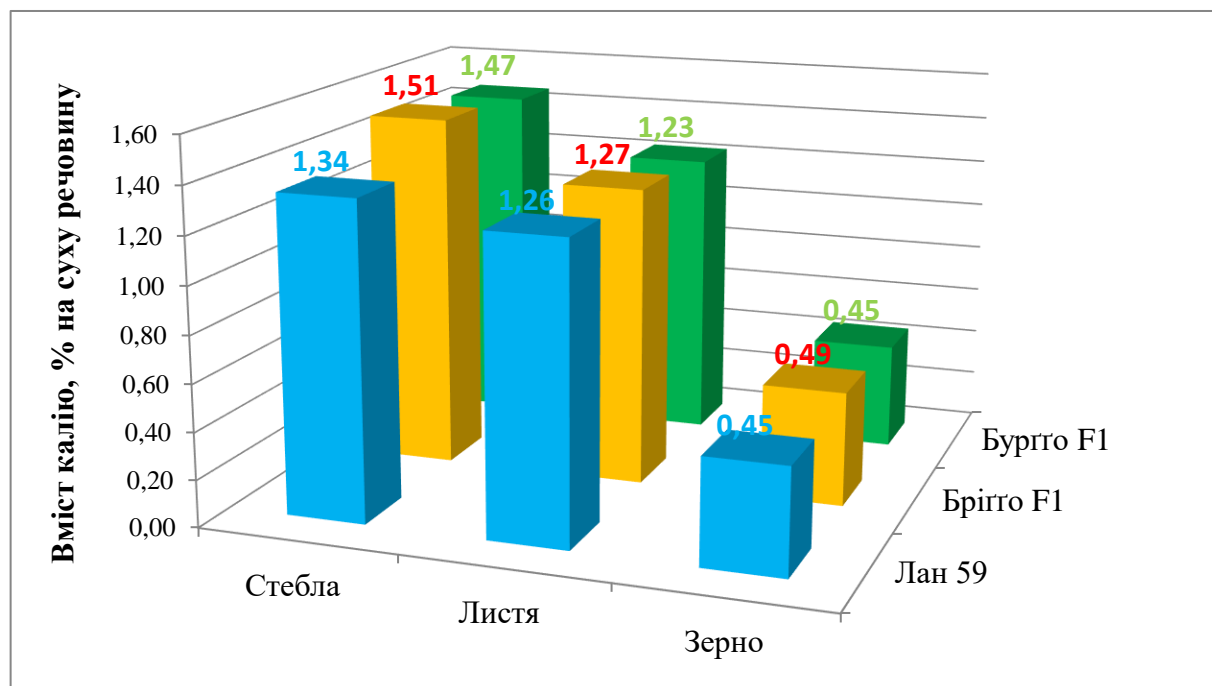


Рис. 3.6. Вміст калію в рослинах досліджуваних сорту і гібридів сорго зернового в середньому по досліді, середнє за 2015-2017 рр., %/суху речовину.

В зерні гібридів сорго зернового містилось калію: 'Лан 59' – 0,45 %, в 'Брігга F1' – 0,49 % та 'Бургго F1' – 0,45 % на суху речовину.

Висновки до розділу 3

1. Встановлено, що варіанти досліді сорго зернового із застосуванням більших доз удобрення азотними добривами досягали пізніше на 1–3 доби порівняно з контролем. Найкоротшим вегетаційний період серед сорту та гібридів рослин сорго виявився за міжряддя 70 см, тоді як найдовше рослини досягали за міжряддя 35 см.

2. Варіанти застосування добрив у цілому не спричиняли значного

випадіння рослин або з будь-яких інших достовірних змін у густоті посівів. Так, на час збирання врожаю в середньому по досліді густота становила 144,7 тис. шт./га, а от в сорту 'Лан 59' – 143,4, у гібрида 'Брігга F1' – 146,2, у 'Бургто F1' – 144,4 тис. шт./га. Відхилення ж показників знаходилися в межах похибки досліді.

3. Досліджено, що за ширини міжряддя 35 см та норми удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{60}$ у сорту 'Лан 59' висота рослин на час повної стиглості становила 130,2 см, на аналогічних варіантах у гібридів 'Брігга F1' і 'Бургто F1' відповідно 124,6 та 122,7 см. Тобто на варіантах удобрення з додатковим застосуванням азоту максимальні показники висоти сорго різних сорту і гібридів виявилися на варіантах максимального застосування додаткового удобрення.

4. Встановлено, що у фазу цвітіння в рослин сорго зернового максимальна площа листової поверхні за вегетаційний період відзначена у сорту 'Лан 59' – відповідно 34,6 тис. m^2 /га, в 'Брігга F1' – 38,1 тис. m^2 /га та в 'Бургто F1' – 37,4 тис. m^2 /га. За ширини міжрядь 50 см максимальні показники площі листової поверхні в досліджуваних рослин сорго зернового спостерігали на варіантах застосування мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{60}$. Аналогічні дані було отримано й на варіантах за ширини міжряддя 70 см.

5. Виявлено, що збільшення додаткового азотного живлення від 20 до 60 кг/га призводить до підвищення концентрації загального азоту в рослинах незалежно від ширини міжряддя та сорту чи гібрида. Тобто отримана закономірність має загальнобіологічний тип взаємодій. При цьому аналогічні норми застосування азоту не впливали достовірно на концентрацію фосфору та калію в рослинах сорго зернового.

Основні наукові результати розділу опубліковано в працях автора: [12, 135].

РОЗДІЛ 4

УРОЖАЙНІСТЬ СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ШИРИНИ МІЖРЯДДЯ ТА УДОБРЕННЯ

4.1. Структура врожаю залежно від ширини міжряддя та удобрення

Оптимізація елементів технології вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі й сорго зернового дозволяє суттєво впливати на формування елементів структури урожаю і цим самим забезпечувати високу і сталу продуктивність посівів. Адже реалізація біологічного потенціалу гібридів пов'язана не тільки з оптимізацією умов вирощування, а й з особливостями формування елементів структури врожаю[219].

Так, до основних елементів структури урожаю сорго зернового можна віднести такі показники, як: продуктивна кущистість (кількість стебел із волотями на одну рослину), кількість волотей на одному гектарі, кількість зерен у волоті, масу зерна з рослини, масу зерна з волоті та масу 1000 насінин. За вивчення впливу елементів технології вирощування сорго зернового на кущистість та кількість волотей і кількість зерен у волоті одержано наступні дані (табл.4.1).

Показник продуктивної кущистості надзвичайно важливий для формування продуктивності рослин, оскільки сорго зернового, як і для більшості злакових культур, притаманна властивість кущитися. За сприятливих умов це дозволяє формувати на бічних пагонах до 20–30 % врожаю.

Під час дослідження за сівби сорго зернового з нормою висіву 190 тис. шт./га та ширини міжряддя 35, 50 та 70 см відповідно отримано однакову площу живлення рослин – 526 см², хоча відстань між рослинами в рядку становить 15, 10,5 та 7,5 см відповідно.

Тобто, звідси, ефективність площі живлення сорго зернового визначається співвідношенням сторін прямокутника як: 2,3:1; 4,8:1 та 9,3:1 відповідно ширині міжряддя.

Тому вважається, що в посівах із шириною міжряддя 50 см можна значно

рівномірніше розподілити рослини сорго зернового. Водночас застосування ширини міжряддя 35 см без збільшення норми висіву не дозволяє оптимально розташувати рослини в рядку і їх не достатньо для забезпечення нормальної щільності посівів.

Як наслідок, активізуються бур'яни – за рахунок надходження частини сонячного світла до поверхні ґрунту, збільшується випаровування вологи, погіршується мікроклімат посівів в цілому.

Таблиця 4.1

Кущистість, кількість волотей та кількість зерен у волоті сорго зернового залежно від елементів технології вирощування, середнє за 2015-2017 рр.)

Гібрид /сорт (фактор А)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Продуктивна кущистість, шт.			Кількість волотей на 1 га, шт.			Кількість зерен у волоті, шт.		
		Ширина міжряддя, см (фактор В)								
		35	50	70	35	50	70	35	50	70
‘Лан 59’ (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	1,40	1,30	1,06	202	189	149	788	813	934
	ф +N ₂₀	1,44	1,34	1,07	209	193	152	789	826	947
	ф +N ₄₀	1,49	1,43	1,08	216	208	152	817	831	1035
	ф +N ₆₀	1,54	1,48	1,10	223	213	155	796	812	1013
‘Брігга F1’	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,10	3,00	2,76	456	443	400	493	553	577
	ф +N ₂₀	3,16	3,04	2,77	466	444	400	505	565	593
	ф +N ₄₀	3,19	3,13	2,78	469	463	404	524	559	603
	ф +N ₆₀	3,24	3,18	2,80	473	466	406	522	557	602
‘Бургго F1’	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	2,49	2,40	2,16	361	350	307	784	841	912
	ф + N ₂₀	2,52	2,44	2,17	367	354	309	796	856	941
	ф + N ₄₀	2,59	2,53	2,18	377	368	311	797	849	962
	ф + N ₆₀	2,64	2,58	2,20	385	375	314	780	837	949
НІР _{0,05} загальна		1,21			10			14		
НІР _{0,05} фактор А		0,34			3			6		
НІР _{0,05} фактор В		0,44			4			7		
НІР _{0,05} фактор С		0,43			3			5		

Як засвідчили результати проведених досліджень , продуктивна кущистість сорго зернового насамперед залежить від біологічних особливостей сорту та гібридів. Так, ‘Лан 59’ у середньому по досліді формував 1,31 шт. продуктивних стебел, тоді як ‘Бургго F1’ – 2,41 шт. та ‘Брігга F1’– 3,01 шт .

Збільшення норми застосування азотних добрив загалом сприяло

зростанню кількості продуктивних стебел, однак згаданий показник достовірно статистично не відрізнявся (відхилення знаходилися в межах НІР). Це можна пояснити достатньо слабким, з фізіологічної точки зору впродовж 35–40 днів після появи сходів ростом вегетативної маси сорго зернового, а отже, й незначним споживанням азоту. Звідси, кількості азотних добрив, внесених восени, цілком достатньо для нормального кушіння рослин сорго. Потреба в азотних добривах, що виникала у рослин на наступних етапах росту і розвитку, вже не могла вплинути на формування кількості стебел з розрахунку на одну рослину [134].

Стосовно різної ширини міжряддя, то зі збільшенням відстані в міжряддях зменшувалася продуктивна кущистість рослин в усіх досліджуваних сорту та гібридах. Зважаючи на те, що відстані між рослинами в рядку, за ширини міжряддя 35, 50 та 70 см, становили 15, 10,5 та 7,5 см відповідно сприятливіші умови для формування більшої кількості продуктивних стебел були за ширини міжряддя 35 см.

За одержаними результатами, кількість волотей сорго зернового залежить від біологічних особливостей досліджуваного гібрида та елементів технології вирощування, що вивчалися. В цілому кількість волотей з розрахунку на одиницю площі відповідала густоті рослин та продуктивній їх кущистості.

Так, у сорту ‘Лан 59’ максимальна кількість волотей спостерігалася на варіантах ширини міжряддя 35 см та залежно від застосування норми азотного удобрення змінювалася від 202,1 до 222,5 тис. шт./га. Цілком закономірно, що зі збільшенням ширини міжряддя кількість волотей зменшувалася, оскільки зменшувалася й продуктивна кущистість рослин сорго.

Аналогічні закономірності зміни кількості волотей з розрахунку на гектар отримано і за умови вирощування гібридів ‘Брігта F1’ та ‘Бургто F1’. Кількість зерен у волоті являє собою один із важливих елементів структури урожаю сорго зернового. В середньому по досліді в гібрида сорго ‘Лан 59’ формувалося 866,9 зерен, тоді як максимальні показники відзначалися за

ширини міжряддя 70 см та удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40}$ – 1035,1 шт.

У гібрида ‘Брігга F1’ в середньому по досліді нараховано 554,3 шт. зерен/волоть, за ширини міжряддя 70 см та удобрення азотними добривами N_{20-60} відповідно 592,7–602,4 шт. Аналогічні показник отримано і в гібрида ‘Бургто F1’ – стосовно насіннєвої продуктивності врожайнішими виявилися міжряддя 70 см та норма удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40}$. При цьому в середньому по досліді гібрид формував 961,7 шт. зерен/волоть.

Отже, сівбу з шириною міжряддя 70 см можна застосовувати для прискореного розмноження насіння сорго зернового, оскільки за таких умов було отримано максимальну насіннєву продуктивність рослин із розрахунку на одну волоть.

Однак, у випадку вирощування гібридного насіння розмноження останнього є неефективне у зв’язку з подальшим розщепленням гібридів. Хоча за умови вирощування сортів – такий агроприйом може суттєво здешевити технологію вирощування сорго за рахунок ведення власного насінництва.

За визначення впливу елементів технології вирощування сорго зернового на масу зерна з рослини, з волоті та масу 1000 насінин одержано наступні дані (табл. 4.2).

Маса зерна з однієї рослини дозволяє повною мірою оцінити індивідуальну продуктивність рослин досліджуваних гібридів. Так, у середньому по досліді в гібрида ‘Лан 59’ формувалося 41,2 г насінин на одній рослині, в гібрида ‘Брігга F1’ – 63,4 г, у гібрида ‘Бургто F1’ – 60,3 г.

У цілому маса зерна з однієї рослини значно залежала від досліджуваних факторів і в гібрида ‘Лан 59’ була максимальною за ширини міжряддя 50 см та норми удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{60}$ – 45,7 г, гібрида ‘Брігга F1’ за такого ж варіанта досліді – 68,2 г, у гібрида ‘Бургто F1’ – 64,0 г.

Маса 1000 зерен характеризує взаємодію генотипу рослин сорго із середовищем, в якому їх вирощували в процесі формування продуктивності залежно від впливу досліджуваних елементів технології вирощування.

Таблиця 4.2

Маса зерна з волоті, рослини та 1000 насінин залежно від впливу елементів технології вирощування сорго зернового, середнє за 2015–2017 рр.

Гібрид/сорт (фактор А)	Норма внесення добрив, кг/га (фактор С)	Маса зерна з волоті, г			Маса зерна з рослини, г			Маса 1000 насінин, г		
		Ширина міжряддя, см (фактор В)								
		35	50	70	35	50	70	35	50	70
‘Лан 59’ (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	27,8	30,3	33,9	39,0	39,3	35,9	35,3	37,2	36,3
	ф +N ₂₀	28,0	31,1	35,0	40,4	41,6	37,5	35,5	37,6	36,9
	ф +N ₄₀	29,1	31,6	38,3	43,4	45,2	41,5	35,6	38,0	37,0
	ф +N ₆₀	28,4	30,9	37,6	43,8	45,7	41,4	35,7	38,1	37,1
‘Брігга F1’	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	18,5	21,2	21,9	57,3	63,6	60,5	37,5	38,4	38,0
	ф +N ₂₀	19,0	21,7	22,6	59,9	66,0	62,8	37,6	38,4	38,2
	ф +N ₄₀	19,7	21,5	23,0	62,9	67,3	64,1	37,6	38,5	38,3
	ф +N ₆₀	19,6	21,4	23,1	63,6	68,2	64,6	37,6	38,5	38,3
‘Буррго F1’	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	22,7	24,8	26,6	56,4	59,6	57,4	28,9	29,5	29,1
	ф + N ₂₀	23,1	25,3	27,5	58,1	61,7	59,8	29,0	29,6	29,2
	ф + N ₄₀	23,1	25,1	28,1	59,8	63,6	61,4	29,0	29,6	29,3
	ф + N ₆₀	22,7	24,8	27,9	60,0	64,0	61,3	29,1	29,6	29,4
НІР _{0,05} загальна		2,1			8,4			5,1		
НІР _{0,05} фактор А		1,3			3,2			2,0		
НІР _{0,05} фактор В		1,4			4,1			2,8		
НІР _{0,05} фактор С		1,2			3,6			2,4		

Досліджувана ознака змінюється залежно від особливостей умов вирощування, досягаючи свого максимуму в роки з достатнім забезпеченням вологою та теплом.

Маса окремих зерен однієї і тієї ж культури коливається у великих межах залежно від сорту, року врожаю, району зростання, ступеня виповненості і т. ін. Серед ярих зернових культур сорго вирізняється найдрібнішим насінням, а його гібриди значно різняться між собою за масою 1000 насінин. Так, маса 1000 насінин у гібрида ‘Лан 59’ у середньому по досліді становила 36,7 г, у гібрида ‘Брігга F1’ – 38,1 г, у гібрида ‘Бургто F1’ – 29,3 г.

За аналогією з показниками маси зерен із рослини маса 1000 насінин залежала від досліджуваних факторів. При цьому вирощування рослин за ширини міжряддя 50 см виявилось найбільш оптимальним. Щодо удобрення азотними добривами за умови застосування таких на рівні N₆₀P₆₀K₆₀+N₄₀₋₆₀

отримано максимальні показники маси тисячі насінин відповідно до біологічних особливостей досліджуваних гібридів.

Показник маси зерен із волоті залежить від впливу досліджуваних елементів технології та визначається продуктивною кущистістю, густотою й масою 1000 насінин.

Застосування азотних добрив у цілому незначно сприяло збільшенню маси зерен із волоті, тоді як біологічні особливості досліджуваних гібридів та ширина міжрядь якщо суттєвіше позначалися на формуванні заданої ознаки. Так, у середньому по досліді в гібрида 'Лан 59' маса зерен із волоті була 31,8 г, у гібрида 'Брігга F1' – 21,1 г, у гібрида 'Бургто F1' – 25,1 г. Водночас за умови висівання досліджуваних гібридів з шириною міжряддя 70 см отримано максимальні значення маси зерен у волоті.

Доволі цікаве питання вивчення особливостей формування кількості зерен на головній та бічних волотях і власне їх маси залежно від впливу елементів технології вирощування сорго зернового (табл. 4.3).

Загальновідомо, що додаткові пагони, які утворилися в результаті кушіння рослин не можуть за продуктивністю зрівнятися з головним пагоном. Однак варто відзначити їх суттєвий вклад у формування урожайності рослини. Так, рядом дослідників доведено, що при абсолютно ідентичних умовах рослини, що не розкущилися, втрачають у продуктивності. У середньому по досліді кількість зерен із рослини становила 1616 шт., тоді як за аналізом даних по гібридах, 'Лан 59' формував 1123 шт. насінин/рослину, 'Брігга F1' – 1665, і 'Бургто F1' – 2058 шт. насінин/рослину.

У сорту 'Лан 59' за ширини міжряддя 35 см та норми застосування мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40-60}$ утворювалось 1218-1225 шт. насінин/рослину, а за міжряддя 50 см та норми застосування мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40-60}$ утворювалось 1189–1202 шт. насінин/рослину.

В гібрида 'Брігга F1' максимальна кількість насінин спостерігалася на рослинах варіанта за ширини міжряддя 50 см та норми застосування мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40-60}$ – 1750–1770 шт. насінин/рослину.

Разом із тим у гібрида ‘Бургто F1’ за аналогією з рештою досліджуваних сорту та гібридів врожайнішими виявилися варіанти вирощування рослин за ширини міжряддя 50 см та норми застосування мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40-60}$ – 2147–2159 шт. насінин/рослину. Однак доволі високими показниками виявилися і за ширини міжряддя 70 см та при аналогічних нормах удобрення.

Визначальним залишається вклад у формування продуктивності рослин сорго зернового головної волоті. Так, у середньому по досліді кількість зерен з головної волоті становила 937 шт./волоть, тоді як на бічних волотях формувалося лише 679 шт. Встановлено, що у середньому по досліді кількість зерен із головної волоті у сорту ‘Лан 59’ становила 652 шт./рослину, ‘Брігта F1’ – 966 шт. та ‘Бургто F1’ – 1194 шт. насінин.

За аналогією з відмінностями у загальній кількості зерен на рослину по різних варіантах досліді в сорту ‘Лан 59’ за ширини міжрядь 35 см та норми застосування мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40-60}$ утворювалося 817–796 шт. насінин, за міжряддя 50 см та норми застосування мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40-60}$ – 831–812 шт. насінин.

Подібні закономірності були отримані і в гібрида ‘Брігта F1’ на рослинах варіанту ширини міжрядь 50 см та норми застосування мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40-60}$ – 1750–1770 шт. насінин та в гібрида ‘Бургто F1’ – 2147–2159 шт. насінин.

Максимальні показники кількості насінин із бічних волотей сорго зернового отримано на варіантах у сорту ‘Лан 59’ за ширини міжрядь 35 см та норми застосування мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40-60}$ – 512–516 шт. насінин. Хоча й за аналогічних норм удобрення та ширини міжряддя 50 см параметри кількості насінини були близькими до показників згаданих вище варіантів. Водночас у гібридів ‘Брігта F1’ і ‘Бургто F1’ найбільша кількість насінин на бічних пагонах формувалася за вирощування рослин із шириною міжрядь 50 см та норми застосування мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40-60}$.

У середньому по досліді маса насіння з головної волоті становила 31,9 г.

При цьому за аналізом даних по сорту та гібридах, щодо 'Лан 59' відзначено найменші показники по досліді – 41,2 г насінин/рослину, тоді як у 'Брігга F1' максимальні значення – 67,3-68,2 г насінин/рослину за удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40-60}$ і ширини міжрядь 50 см, за таких же параметрів у гібрида 'Бургго F1' виявилось 63,6–64,0 г насінин/рослину.

За вивчення параметрів маси бічних волотей рослин сорго зернового в середньому по досліді цей показник становив 23,1 г насінин/рослину.

Таблиця 4.3

Кількість та маса зерна сорго зернового залежно від елементів технології вирощування, середнє за 2015-2017 рр.

Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Кількість зерен, шт.			Маса зерен, г	
			рослина	головна волоть	бічні волоті	головна волоть	бічні волоті
'Лан 59' (к)	35	$N_{60}P_{60}K_{60}$ (ф)	1104	640	464	22,6	16,4
		ф + N_{20}	1137	659	477	23,4	16,9
		ф + N_{40}	1218	706	512	25,1	18,2
		ф + N_{60}	1225	709	516	25,3	18,4
	50	$N_{60}P_{60}K_{60}$ (ф)	1057	614	443	22,9	16,5
		ф + N_{20}	1108	641	467	24,1	17,5
		ф + N_{40}	1189	690	498	26,2	18,9
		ф + N_{60}	1202	699	504	26,6	19,2
	70 (к)	$N_{60}P_{60}K_{60}$ (ф)	990	574	416	20,8	15,1
		ф + N_{20}	1017	591	426	21,8	15,7
		ф + N_{40}	1121	650	471	24,1	17,4
		ф + N_{60}	1114	646	468	24,0	17,4
'Брігга F1'	35	$N_{60}P_{60}K_{60}$ (ф)	1527	884	642	33,2	24,1
		ф + N_{20}	1595	925	670	34,8	25,2
		ф + N_{40}	1673	971	702	36,5	26,4
		ф + N_{60}	1690	980	711	36,9	26,7
	50	$N_{60}P_{60}K_{60}$ (ф)	1658	962	697	36,9	26,7
		ф + N_{20}	1718	995	723	38,2	27,8
		ф + N_{40}	1750	101	734	39,1	28,2
		ф + N_{60}	1770	102	746	39,5	28,7
	70 (к)	$N_{60}P_{60}K_{60}$ (ф)	1594	926	667	35,2	25,3
		ф + N_{20}	1644	952	692	36,4	26,4
		ф + N_{40}	1677	973	703	37,2	26,9
		ф + N_{60}	1687	978	709	37,5	27,1

Продовження таблиці 4.3							
Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Кількість зерен, шт.			Маса зерен, г	
			рослини	головної волоті	бічні волоті	головні волоті	бічні волоті
‘Бургто F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	1952	113	8	32,7	23,8
		ф +N ₂₀	2007	116	8	33,7	24,4
		ф +N ₄₀	2064	119	8	34,7	25,2
		ф +N ₆₀	2060	119	8	34,9	25,1
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	2019	117	8	34,6	25,0
		ф +N ₂₀	2087	121	8	35,8	25,9
		ф +N ₄₀	2147	124	9	36,8	26,8
		ф +N ₆₀	2159	125	9	37,2	26,8
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	1970	114	8	33,3	24,1
		ф +N ₂₀	2046	118	8	34,7	25,1
		ф +N ₄₀	2099	121	8	35,6	25,8
		ф +N ₆₀	2088	121	8	35,6	25,7
H _{IP} 0,05			14	11	7	0,1	0,11

Найменші показники по досліді встановлено у ‘Лан 59’ – 17,3 г насінин/рослину, максимальні значення у ‘Брігга F1’ – 26,6 г насінин/рослину. Водночас у гібрида ‘Бургто F1’ було 25,3 г насінин/рослину.

4.2 Урожайність сорго зернового залежно від ширини міжряддя та норми добрив

Урожайність сорго зернового виступає визначальним фактором перевірки ефективності окремих елементів технології вирощування рослин у польових умовах.

Так, за результатами виконання в 2015–2017 рр., багатофакторного польового досліді встановлено, що у середньому по варіантах досліді в 2015 році формувалася 7,29 т/га зерна, тоді як 2016 рік виявився найгіршим за умовами вирощування, коли рослинами було реалізовано біологічного потенціалу на рівні 6,33 т/га. В 2017 році утворювалося відповідно 7,15 т/га зерна (табл. 4.4). Серед рослин сорго, які вивчали, найменшою продуктивністю вирізнявся ‘Лан 59’–5,14 т/га, при цьому ‘Брігга F1’ і ‘Бургто F1’ забезпечували формування середніх по досліді показників продуктивності на рівні 8,06 та

7,57 т/га відповідно.

Таблиця 4.4

**Урожайність сорту і гібридів сорго зернового залежно від ширини
міжряддя та варіанту удобрення (2015–2017 рр.), т/га**

Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Урожайність, т/га			
			2015	2016	2017	середнє
‘Лан 59’ (к)	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	5,20	4,49	4,99	4,89
		ф +N ₂₀	5,36	4,66	5,26	5,09
		ф +N ₄₀	5,76	5,01	5,65	5,47
		ф +N ₆₀	5,79	5,03	5,69	5,50
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	5,21	4,50	5,16	4,96
		ф +N ₂₀	5,49	4,78	5,39	5,22
		ф +N ₄₀	6,00	5,21	5,89	5,70
		ф +N ₆₀	6,03	5,24	5,92	5,73
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	4,70	3,98	4,50	4,39
		ф +N ₂₀	4,85	4,22	4,76	4,61
		ф +N ₄₀	5,32	4,62	5,23	5,06
		ф +N ₆₀	5,35	4,65	5,25	5,08
‘Брігга F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	7,82	6,49	7,68	7,33
		ф +N ₂₀	8,08	7,02	7,93	7,68
		ф +N ₄₀	8,46	7,36	8,31	8,04
		ф +N ₆₀	8,50	7,39	8,35	8,08
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	8,60	7,52	8,37	8,16
		ф +N ₂₀	8,83	7,68	8,67	8,39
		ф +N ₄₀	9,11	7,92	8,94	8,66
		ф +N ₆₀	9,14	7,95	8,98	8,69
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	8,02	6,98	7,85	7,62
		ф +N ₂₀	8,28	7,20	8,14	7,87
		ф +N ₄₀	8,53	7,41	8,37	8,10
		ф +N ₆₀	8,56	7,45	8,41	8,14
‘Бурігго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	7,52	6,45	7,39	7,12
		ф +N ₂₀	7,74	6,73	7,60	7,36
		ф +N ₄₀	7,97	6,93	7,83	7,58
		ф +N ₆₀	8,00	6,96	7,86	7,61
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	7,95	6,87	7,84	7,55
		ф +N ₂₀	8,19	7,12	8,04	7,78
		ф +N ₄₀	8,45	7,35	8,30	8,03
		ф +N ₆₀	8,49	7,38	8,33	8,07
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	7,51	6,55	7,23	7,10
		ф +N ₂₀	7,77	6,76	7,64	7,39
		ф +N ₄₀	7,99	6,95	7,85	7,60
		ф +N ₆₀	8,01	6,96	7,87	7,61
H1P0,05			0,12	0,20	0,15	0,17

Однак вивчення самих тільки узагальнених даних дозволяє виявити певні загальні закономірності і аж ніяк не дослідити проблематику зміни продуктивності сорго зернового залежно від ширини міжрядь та норм удобрення азотними добривами.

Вирощування різних гібридів сорго зернового за різної ширини міжрядь зумовило прояв їхніх біологічних особливостей щодо формування урожаю зерна. Так, сорт 'Лан 59' забезпечував максимальний урожай за ширини міжряддя 50 см – 5,40 т/га, тоді як за ширини міжрядь 70 см урожайність була на 0,45 т/га меншою порівняно з міжряддями 35 см. Гібриди дещо по-іншому реагували на зміну ширини міжряддя. Так, у 'Брігга F1' за ширини міжряддя 35 см формувалась урожайність на рівні 7,78 т/га, за 50 см – 8,48 т/га, за 70 см – 7,93 т/га. Тобто рослини цього гібрида за більш широких міжряддя знижували рівень продуктивності, однак не так інтенсивно, як 'Лан 59'. Для гібрида 'Бургго F1' найвищу продуктивність отримано за ширини міжряддя 50 см – 7,86 т/га, а от міжряддя 35 та 70 см для рослин були однаково неоптимальними – 7,42–7,43 т/га. Проте, це не завадило сформувати значно вищий рівень урожайності, ніж 'Лан 59'[76].

Стосовно різного рівня удобрення азотними добривами, то на всіх рослинах сорго і варіантах з різною шириною міжряддя мінімальні значення урожайності сорго зернового спостерігалися за відсутності додаткового удобрення. За умови збільшення кількості азотних добрив від 20 до 60 кг/га продуктивність рослин сорго зростала, що свідчить про надзвичайну актуальність своєчасного азотного удобрення в технології вирощування культури на бідних на рухомі форми азоту ґрунтах.

Застосування в удобрення N_{60} порівняно з N_{20} в сорту 'Лан 59' дозволило збільшити врожай на 0,41-0,51 т/га, в гібриду 'Брігга F1' – 0,27–0,40 т/га, а в гібриду 'Бургго F1' – 0,22-0,29 т/га.

За результатами проведеного дисперсійного аналізу виявлено деякі закономірності впливу факторів на урожайність сорго зернового (рис. 4.1). Так, максимально на формування цієї ознаки впливає фактор сорт/гібрид (43 %).

Також важливу роль відіграють наступні фактори: умови року (21 %), норма удобрення (20 %) та ширина міжряддя (10 %).

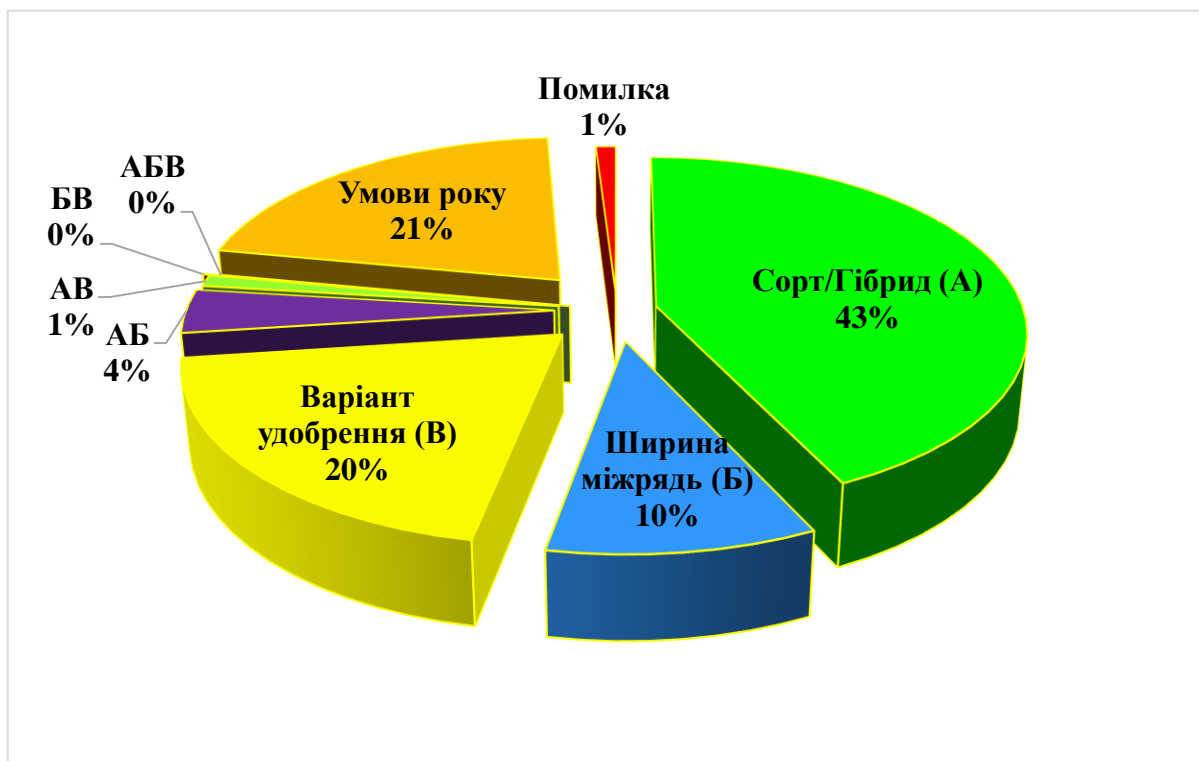


Рис. 4.1. Частка впливу факторів на урожайність сорго зернового за даними 2015–2017 рр.

За визначення кореляційної залежності між урожайністю та рівнем удобрення сорго зернового азотними добривами одержано наступні дані (рис. 4.2).

Проведені дослідження свідчать, що між урожайністю та рівнем удобрення азотними добривами сорго зернового існує позитивний помірний кореляційний зв'язок $r = 0,49$. Звідси можна стверджувати, що за використання найвищого рівня азотного добрива рослин не розкрили повною мірою свій біологічний потенціал. Тобто рослини сорго зернового на застосовані дози азотних добрив реагують збільшенням урожайності. А отже таку залежність можна пояснити не тільки помірними нормами азоту, застосованого для удобрення, а в тому числі й низьким рівнем забезпечення ґрунту дослідної ділянки легкогідролізованим азотом.

На основі регресійного аналізу встановлено, що урожайність сорго зернового (y) залежно від рівня удобрення азотними добривами (x) можна

описати наступним рівнянням: $y = 0,0106x + 6,6074$.

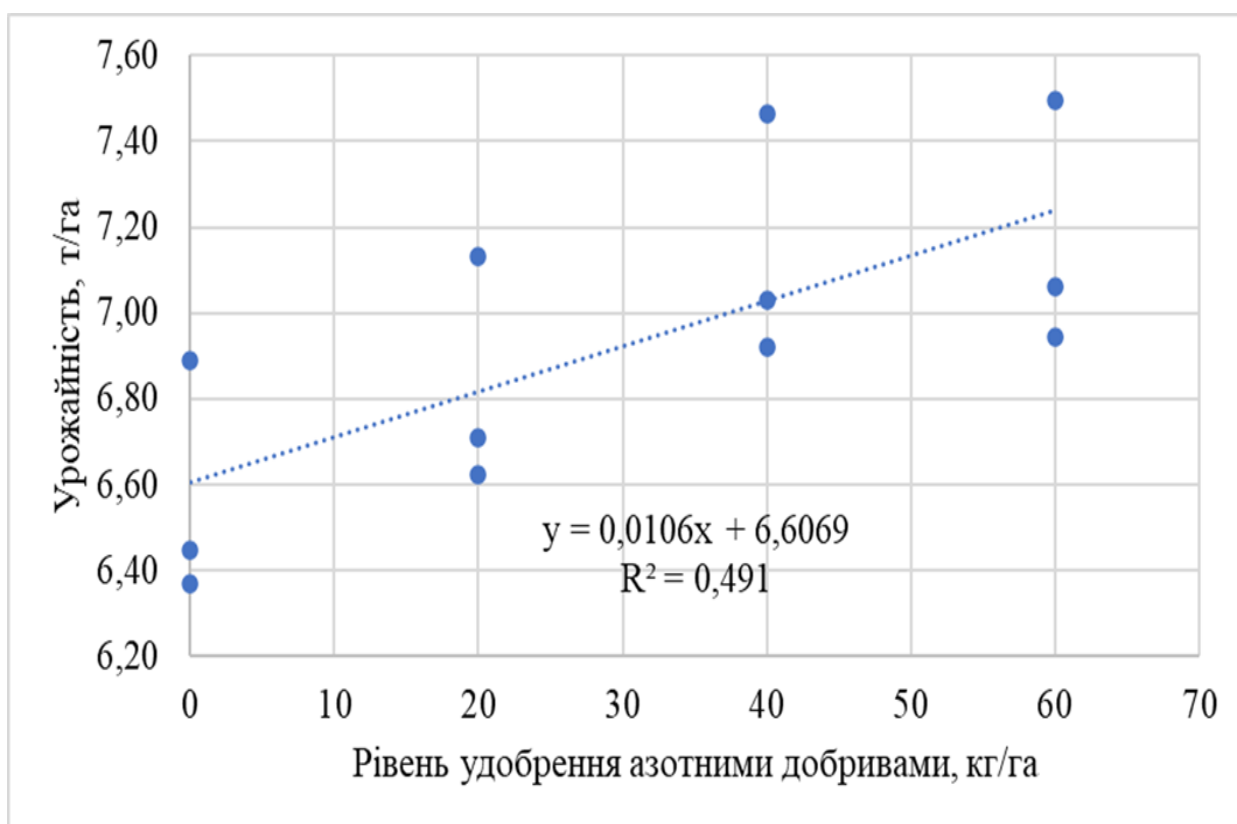


Рис. 4.2. Залежність урожайності сорго від норми азоту

4.3. Якість зерна сорго зернового

Як правило, питання необхідності нарощування обсягів та зростання ефективності виробництва зерна продовольчих культур у тому числі й сорго зернового, в Україні вирішується шляхом підвищення врожайності. Проте разом із завданням зі збільшення валових зборів існує не менш важлива проблема – підвищення якості зерна. Адже саме за рахунок застосування окремих елементів технології вирощування сорго зернового можна суттєво поліпшити його якісні показники не збільшуючи в цілому витрати на технологію вирощування.

Загалом як харчова рослина сорго цілком виправдано посідає третє місце після пшениці та рису. Так, у зерні сорго зернового в середньому міститься до 80 % крохмалю; 12–14 % білка; 3,5–4,5 % жиру; 2,4–4,8 % клітковини; 1,2–3,2 % золи. Тому для переробки на крупу, борошно та крохмаль надзвичайно важливим завданням стає отримання якісної продукції.

Без застосування мінеральних добрив нереально отримати високоякісне зерно навіть за рахунок максимально чіткого виконання решти агротехнічних операцій. Адже мінеральні добрива виступають одним із найдієвіших засобів підвищення врожайності та поліпшення якості зерна сорго зернового. Причому в загальному комплексі впливу мінеральних добрив найбільшу частку впливу на якість чинять азотні добрива.

Аналіз сучасного стану виробництва свідчить: дефіцит азоту в ґрунті поглиблюється у зв'язку з великим виносом його культурами, втратами при мінералізації органічної речовини післязбираних залишків, за несвоєчасного і неякісного обробітку ґрунту.

Так, на дослідних ділянках, де виконувалися дослідження, встановлено високий рівень насичення ґрунту рухомими сполуками фосфору та калію і недостатній – легкогідролізованим азотом. Отже, звідси для забезпечення високого вмісту білка і клейковини в зерні необхідно досягти й утримувати бездефіцитний баланс поживних речовин і, зокрема, азоту в ґрунті.

За визначення якісного складу сорго зернового залежно від впливу елементів технології вирощування одержано наступні результати (табл. 4.5; додаток В).

За проведенням аналізом вміст протеїну в зерні сорго у середньому по досліді становив 11,1 %. На контрольних варіантах без застосування додаткової дози азотних добрив його вміст також виявився мінімальним по усіх варіантах досліді, сорту та гібридах. При цьому застосування додаткового внесення азоту в нормах від N_{20} до N_{60} сприяло послідовному збільшенню вмісту протеїну в зерні.

Варто зазначити, що аналогічні закономірності було отримано й іншими дослідниками. Так, за даними П. В. Климович (2007) на вміст протеїну в зерні переважно впливали азотні добрива [87, 89, 91, 92].

Разом із тим, якщо прибавка вмісту протеїну від внесення $P_{90}K_{90}$ у середньому за три роки досліджень знаходилася на рівні 0,3 %, то внесення N_{30} на цьому ж фоні збільшило згаданий показник у два рази – на 0,7 % за вмісту на

контролі без добрив 9,8 %. Подальше підвищення дози азоту суттєво збільшувало вміст протеїну в зерні сорго зернового на 1,2–2,7 % [43].

У сорту ‘Лан 59’ максимальний вміст протеїну в зерні виявився на варіантах ширини міжряддя 50 см і норми застосування добрив $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{60}$ – 11,4 % та 70 см і норм застосування азотних добрив N_{40} і N_{60} – 11,5 та 11,7 % відповідно. Аналогічні закономірності зі збільшення вмісту протеїну в зерні сорго зернового отримано і для гібридів ‘Брігга F1’ та ‘Бургго F1’ [77].

Таблиця 4.5

Якісний склад зерна сорго зернового залежно від впливу елементів технології вирощування, середнє за 2015–2017 рр.

Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрєння, кг/га (фактор С)	Вміст на абсолютну суху речовину, %			
			протеїн	крохмаль	жир	клітковина
‘Лан 59’ (к)	35	$N_{60}P_{60}K_{60}$ (ф)	10,5	75,5	3,22	2,40
		ф + N_{20}	10,6	75,5	3,22	2,38
		ф + N_{40}	10,9	75,7	3,27	2,24
		ф + N_{60}	11,0	75,2	3,34	2,53
	50	$N_{60}P_{60}K_{60}$ (ф)	10,6	75,4	3,35	2,77
		ф + N_{20}	10,7	75,3	3,33	2,76
		ф + N_{40}	11,2	75,1	3,42	2,63
		ф + N_{60}	11,4	74,7	3,43	2,81
	70 (к)	$N_{60}P_{60}K_{60}$ (ф)	11,0	75,5	3,39	2,48
		ф + N_{20}	11,1	75,4	3,40	2,44
		ф + N_{40}	11,5	74,8	3,42	2,91
		ф + N_{60}	11,7	74,3	3,50	2,84
‘Брігга F1’	35	$N_{60}P_{60}K_{60}$ (ф)	10,8	73,6	3,14	1,93
		ф + N_{20}	10,8	73,5	3,15	2,02
		ф + N_{40}	11,0	73,4	3,13	2,06
		ф + N_{60}	11,2	73,1	3,16	2,08
	50	$N_{60}P_{60}K_{60}$ (ф)	10,8	73,6	3,21	2,38
		ф + N_{20}	10,9	73,5	3,21	2,37
		ф + N_{40}	11,2	73,3	3,22	2,31
		ф + N_{60}	11,6	73,2	3,24	2,48
	70 (к)	$N_{60}P_{60}K_{60}$ (ф)	11,0	73,0	3,25	2,09
		ф + N_{20}	11,0	72,9	3,26	2,08
		ф + N_{40}	11,4	73,2	3,31	1,85
		ф + N_{60}	11,7	72,6	3,35	2,18

Продовження таблиці 4.5						
Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Вміст на абсолютну суху речовину, %			
			протеїн	крохмаль	жир	клітковина
‘Бурго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	10,7	73,6	3,63	2,16
		ф +N ₂₀	10,8	73,5	3,66	2,16
		ф +N ₄₀	11,2	73,5	3,64	2,13
		ф +N ₆₀	11,3	73,2	3,71	2,47
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	10,9	73,3	3,69	2,72
		ф +N ₂₀	11,0	73,2	3,68	2,72
		ф +N ₄₀	11,4	73,1	3,73	2,61
		ф +N ₆₀	11,6	72,6	3,79	2,73
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	11,1	73,0	3,71	2,45
		ф +N ₂₀	11,5	73,0	3,70	2,39
		ф +N ₄₀	11,9	72,7	3,78	2,84
		ф +N ₆₀	11,8	72,6	3,79	2,68
H _{IP} 0.05			0,16	0,31	0,13	0,15

За результатами проведеного дисперсійного аналізу визначено частки впливу факторів на вміст протеїну в зерні сорго (рис. 4.3). Встановлено, що максимальний вплив на формування цієї ознаки чинить фактор норми азотних добрив (52 %), тоді як ширина міжрядь та гібрид впливають на 32 та 9 % відповідно.

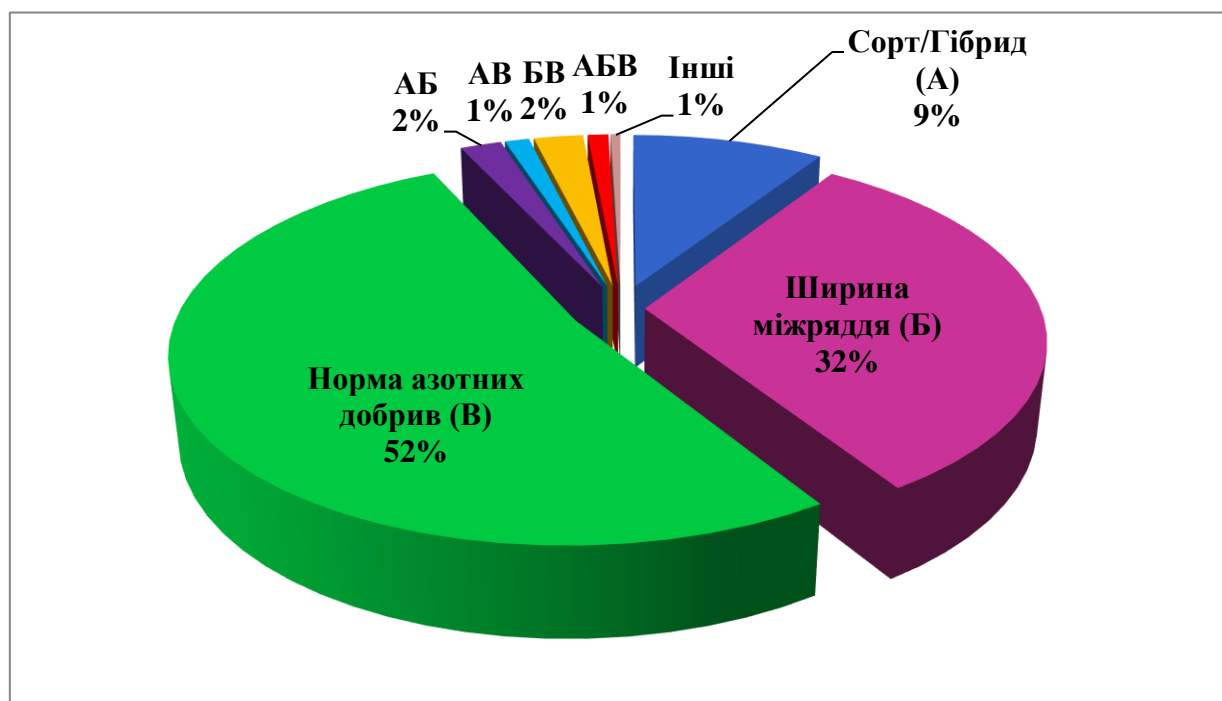


Рис. 4.3. Частка впливу факторів на вміст протеїну в зерні сорго

Наступний важливий якісний показник – це вміст крохмалю в зерні сорго. Крохмаль ($C_6H_{10}O_5$) $_n$ відноситься до високомолекулярних полісахаридів амілози й амілопектину та нагромаджується в результаті фотосинтезу як запасна форма вуглеводів. Тому, з чисто теоретичної точки зору, не повинен значно залежати від забезпеченості рослин азотними добривами, оскільки у своїй структурі на відміну від протеїнів не містить азоту.

У середньому по досліді вміст крохмалю знаходився на рівні 73,8 %, у сорту ‘Лан 59’ – 75,2 %, ‘Брігга F1’ – 73,2 та Бургго F1 – 73,1 %.

Загалом, на контрольних варіантах без додаткового застосування азотних добрив спостерігалися дещо більші значення вмісту крохмалю, порівняно з варіантами з внесенням N_{20-60} . Однак у загальному підсумку такі відхилення перебувають в основному в межах похибки досліді ($HP_{0,05}$) та мають тенденційний характер.

За аналізом частки впливу факторів на вміст крохмалю в зерні сорго, найбільший вплив чинить фактор гібрида (44 %), за показника норми застосування азотних добрив – 21 % і ширини міжрядь 20 % відповідно (рис. 4.4).

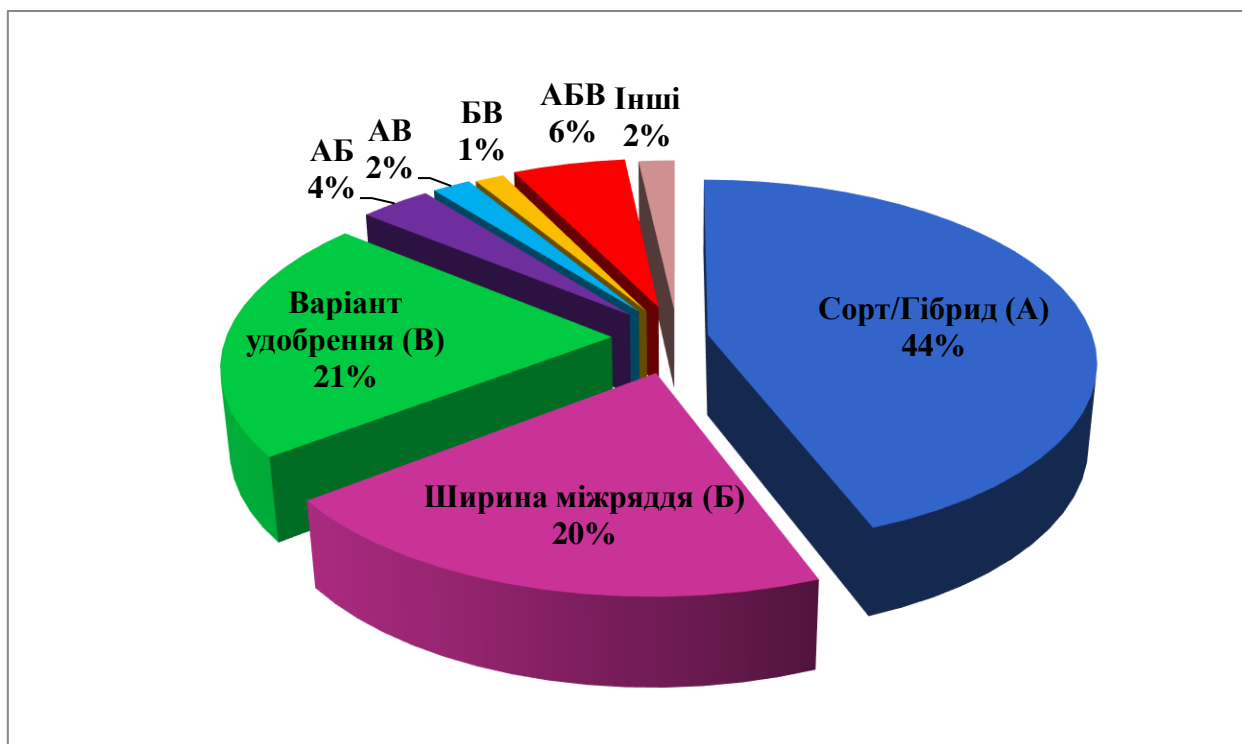


Рис. 4.4. Частка впливу факторів на вміст крохмалю в зерні сорго

Як засвідчили результати визначення вмісту в зерні сорго зернового

жиру, у середньому по досліді цей показник становить 3,43 %, тоді як у сорту 'Лан 59' – 3,36 %, гібрида 'Брігга F1' – 3,22 та гібрида 'Бургго F1' – 3,71 %.

Визначення вмісту жиру залежно від варіантів досліді виявили тенденційність до його підвищення залежно від збільшення ширини міжрядь та підвищення рівня азотного удобрення. Однак у цілому отримані відхилення перебувають в межах похибки досліді ($HP_{0,05}$).

В дослідженнях Г .М. Господаренко, П .В. Климович висвітлена подібна закономірність (2006), за якими спостерігається тенденція підвищення вмісту жиру в зерні сорго зернового при збільшенні дози внесення азотних добрив на фосфорно-калійному фоні [89,91,].

Визначення частки впливу факторів на вміст жиру в зерні сорго по суті підтвердили висновки стосовно незначного впливу рівня азотного добрива (рис. 4.5). Так, основний вплив на згадану ознаку відзначено за порівняння різних сорту і гібридів (47 %) та ширини міжряддя (34 %).

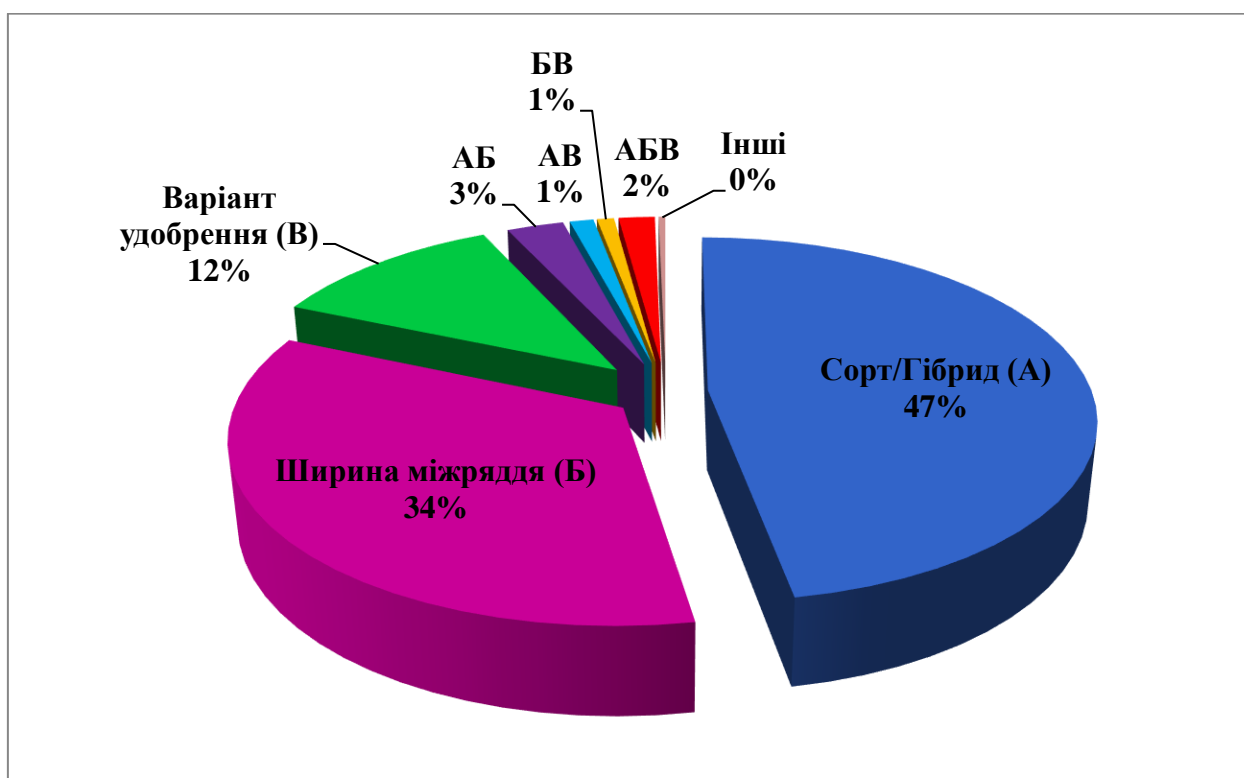


Рис. 4.5 Частка впливу факторів на вміст жиру в зерні сорго

Стосовно впливу ширини міжряддя, то за збільшення такої до 70 см вміст синтезованих у зерні сорго жирів зростає. Ймовірно, це відбувається за

надходження більшої кількості сонячної енергії, необхідної рослинам для синтезу одних з найенерговитратніших сполук.

Рослинна клітковина в зерні сорго представлена в основному частинами оболонки рослинних клітин та в середньому по досліді її вміст становить 2,42 % тоді як у сорту ‘Лан 59’ – 2,60 %, гібридів ‘Брігга F1’ – 2,15 та Бургго F1 – 2,50 %.

Вміст клітковини в сорту ‘Лан 59’ на варіантах максимального застосування азотного добрива порівняно з контролем виявився більшим на 0,04–0,36 % залежно від ширини міжряддя. У гібрида ‘Брігга F1’ він знаходився в межах 0,09–0,16 %, у гібрида ‘Бургго F1’ – 0,01–0,30 % відповідно.

За даними П.В. Климович (2007) внесення азотних добрив забезпечило збільшення вмісту клітковини на 0,13–0,31 % порівняно з вмістом у варіанті без добрив (1,83 %). Разом із тим внесення високих доз азоту не сприяло підвищенню величини цього показника і вміст такого залишався на оптимальному рівні [87, 90].

За визначення частки впливу факторів на вміст клітковини в зерні сорго одержано наступні результати (рис.4.6).

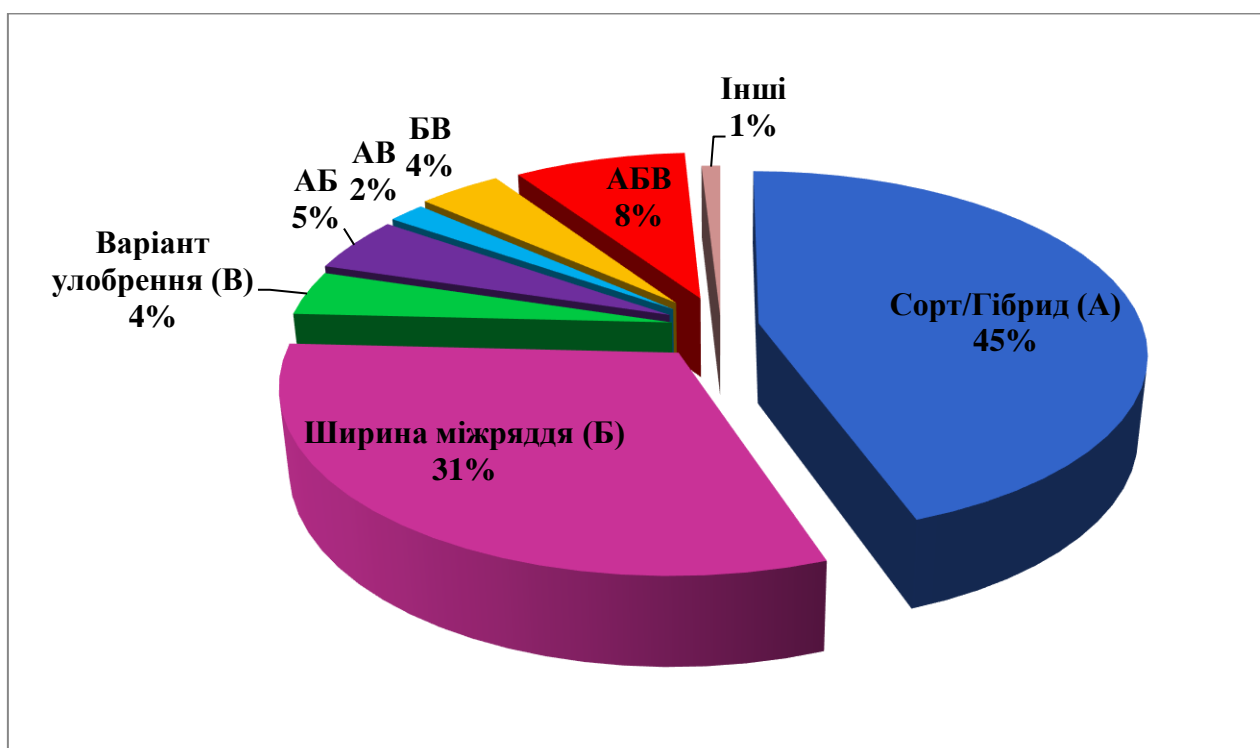


Рис. 4.6. Частка впливу факторів на вміст клітковини в зерні сорго

Основними факторами, що впливали на формування цієї ознаки були фактори гібрида (45 %) та ширини міжряддя (31 %).

4.4.Кластерний аналіз результатів досліджень

У теперішніх умовах проведення наукових досліджень вибір оптимальних елементів технологій що вивчаються в досліді, повинен ґрунтуватися на глибоких знаннях не тільки біологічних особливостей росту та розвитку сортів сорго зернового, а й на сучасних методах комплексного аналізу даних. Адже трапляється так, що поетапне оцінювання та аналіз інформації не дає відповіді на питання визначення кращих варіантів досліду, особливо при використанні трьох-чотирифакторних схем.

На сьогодні, одним із сучасних інструментаріїв, в якому наявна можливість інтерпретувати як точність прогнозу, комплексність аналізу даних за безліччю показників, так і високу достовірність прогнозу для кожного кластера виокремлюється кластерний аналіз.

Якщо коротко охарактеризувати суть методу, то кластерний аналіз являє собою багатовимірну статистичну процедуру, яка «передбачає збір даних, що зберігають інформацію про вибірку об'єктів, та упорядкування об'єктів у порівняно однорідні групи».

Для аналізу рослинницьких даних найприйнятніше групування об'єктів за непарно-груповим методом, з подальшим визначенням Евклідових відстаней та побудовою відповідних дендрограм.

З метою проведення кластерного аналізу відповідно до схеми досліду введено умовні позначення варіантів досліду. Оскільки три факторний дослід передбачає відповідно й набір варіантів, які складно записати коротко і ще складніше інтерпретувати без умовних позначень на дендрограмі, тому умовні (кодові) позначення варіантів було згруповано в (табл. 4.6).

Для проведення кластерного аналізу використовували дані структури врожаю сорго зернового, урожайності та якості врожаю, показники яких наведено вище.

Таблиця 4.6.

Умовні позначення варіантів досліду

Гібрид/сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Умовні позначення
‘Лан 59’ (к)	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	L35-00
		ф +N ₂₀	L35-20
		ф +N ₄₀	L35-40
		ф +N ₆₀	L35-60
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	L50-00
		ф +N ₂₀	L50-20
		ф +N ₄₀	L50-40
		ф +N ₆₀	L50-60
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	L70-00
		ф +N ₂₀	L70-20
		ф +N ₄₀	L70-40
		ф +N ₆₀	L70-60
‘Брігга F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	Br35-00
		ф +N ₂₀	Br 35-20
		ф +N ₄₀	Br 35-40
		ф +N ₆₀	Br 35-60
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	Br 50-00
		ф +N ₂₀	Br 50-20
		ф +N ₄₀	Br 50-40
		ф +N ₆₀	Br 50-60
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	Br 70-00
		ф +N ₂₀	Br 70-20
		ф +N ₄₀	Br 70-40
		ф +N ₆₀	Br 70-60
‘Бурго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	Bu35-00
		ф +N ₂₀	Bu 35-20
		ф +N ₄₀	Bu 35-40
		ф +N ₆₀	Bu 35-60
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	Bu 50-00
		ф +N ₂₀	Bu 50-20
		ф +N ₄₀	Bu 50-40
		ф +N ₆₀	Bu 50-60
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	Bu 70-00
		ф +N ₂₀	Bu 70-20
		ф +N ₄₀	Bu 70-40
		ф +N ₆₀	Bu 70-60

Для встановлення міри подібності/відмінності досліджуваних гібридів за показниками складових структури врожаю, урожайності та якості і їхньою реакцією на досліджувані елементи технології проведено аналіз, результати

якого засвідчили наступне (рис. 4.7).

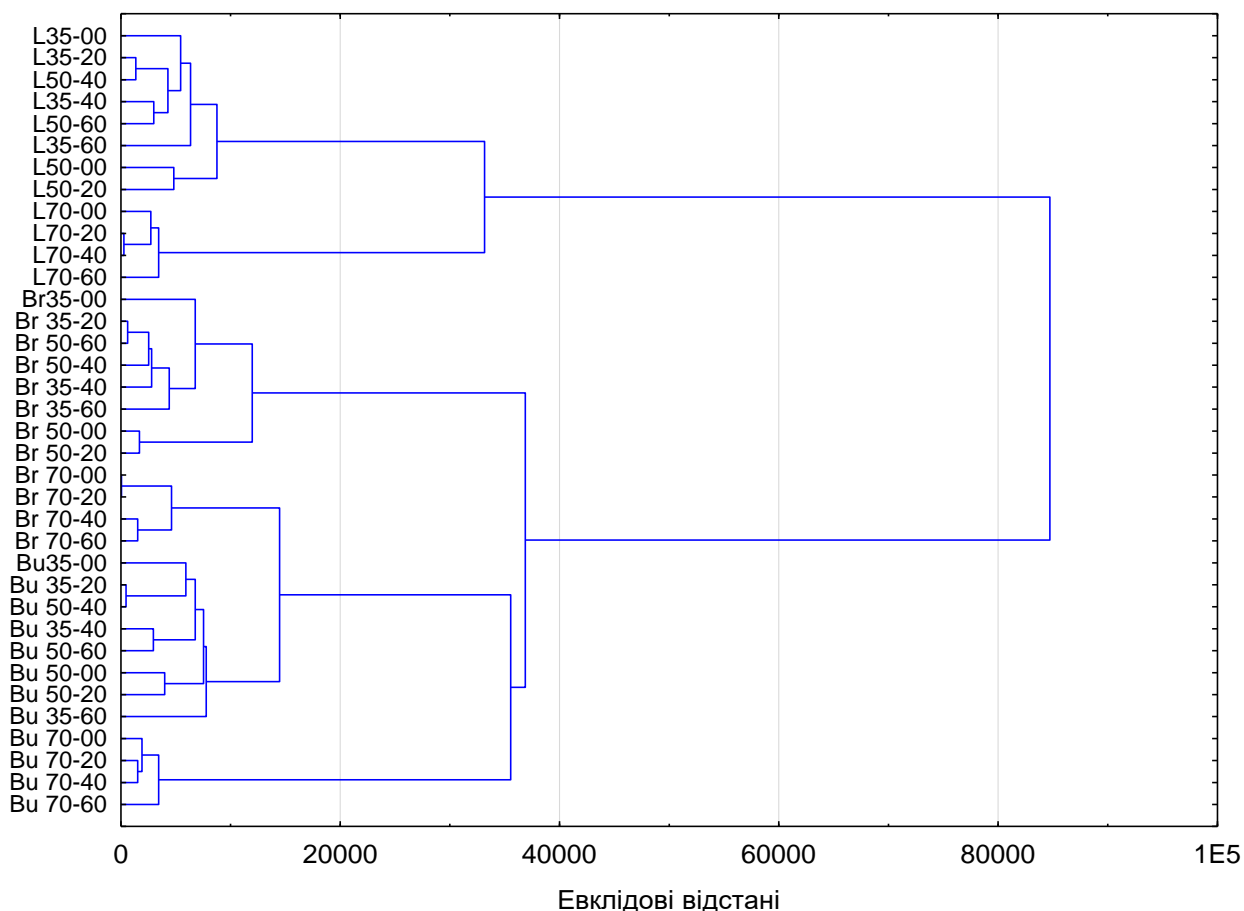


Рис. 4.7. Кластеризація досліджуваних гібридів сорго зернового за елементами структури врожаю, урожайності та якості

Для визначення особливостей норм реакції зазначених гібридів сорго зернового розвідки на елементи технології було проведено досить детальні досліді. Проте, результати кластерного аналізу підтверджують не подібність досліджуваних гібридів на значно вищому статистично достовірному рівні. Адже важливо не тільки констатувати значення більше/менше, а й те, як сорт/гібрид реагує на градацію елементів технології та умов вирощування в комплексі.

За одержаними результатами досліджуваних сортів і гібридів можна виділити в три окремі групи кластерів. Найбільш віддалено розташований кластер сорту 'Лан 59'. Однак навіть гібриди 'Брігга F1' і 'Бургго F1' перебувають у різних кластерах, незважаючи на належність до однієї й тієї ж установи оригінатора.

Окремо варто зупинитися на аналізі впливу факторів досліду в межах ділянок одного гібрида. З цією метою здійснено кластеризацію досліджуваних

варіантів сорту сорго зернового ‘Лан 59’ за елементами структури врожаю, урожайності та якості(рис.4.8).

Аналіз розподілу на кластери варіантів удобрення та ширини міжрядь для сорту ‘Лан 59’ показує відокремленість ширини міжряддя 70 см від інших двох варіантів ширини міжрядь. Різниця доволі суттєва і усі варіанти удобрення в межах ширини міжряддя 70 см перебувають в одному кластері. Тобто, це означає що компенсувати додатковим удобренням дану ширину міжрядь неможливо. Тобто біологічні параметри рослин за ширини міжряддя 70 см не досягають показників за вирощування з шириною міжрядь 35 та 50 см.

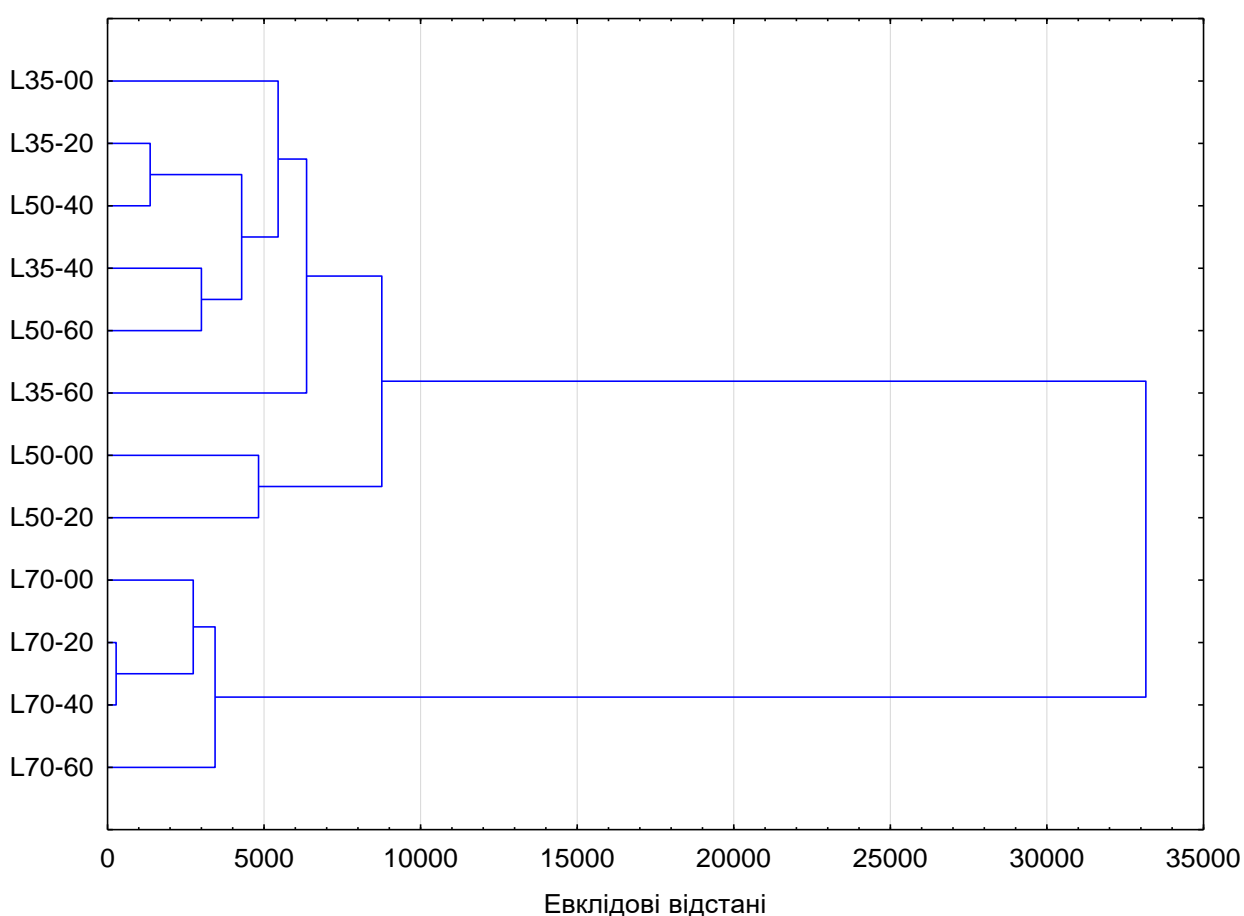


Рис. 4.8. Кластеризація досліджуваних варіантів сорту сорго зернового ‘Лан 59’ за елементами структури врожаю, урожайності та якості

Подібними за біологічним проявом ростових параметрів є норми застосування добрив $N_{60}P_{60}K_{60}+N_0$ та $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{20}$ за ширини міжряддя, які об’єднуються в окремий кластер.

Решта варіантів удобрення за ширини міжряддя 35 та 50 см формують по суті єдиний кластер, в якому варіанти ранжуються відповідно до інтенсивності застосування додаткового азотного добрива. А тому за правильного вибору елементів технології вирощування та відповідності умовам вирощування міжрядь 35 та 50 см на них можна отримати високий рівень продуктивності сорту 'Лан 59'. Графічно зображено кластеризацію досліджуваних варіантів гібрида сорго зернового 'Брігга F1' за елементами структури врожаю, урожайності та якості (рис.4.9).

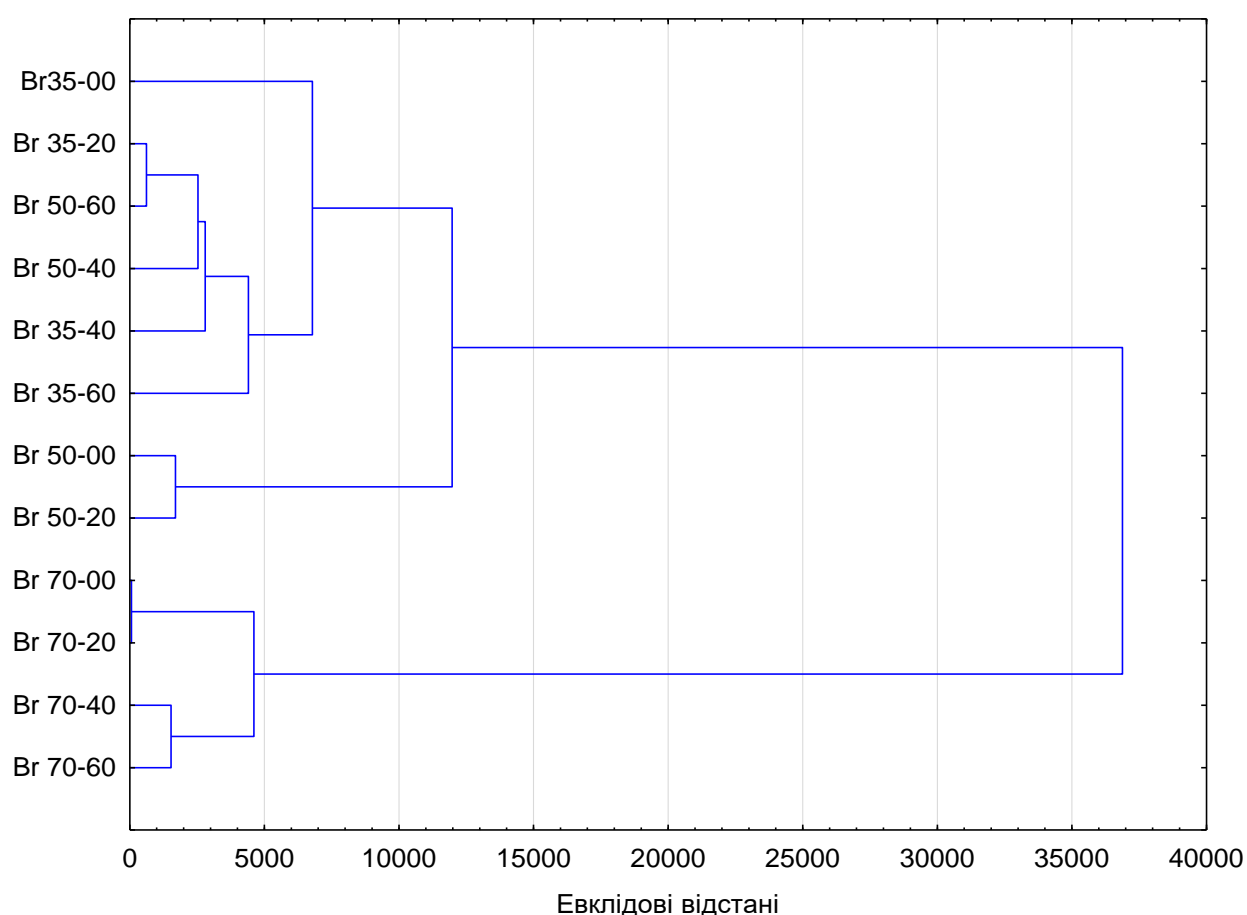


Рис. 4.9. Кластеризація досліджуваних варіантів гібрида сорго зернового 'Брігга F1' за елементами структури врожаю, урожайності та якості

За аналогією з даними сорту 'Лан 59' ділянки з шириною міжряддя 70 см та різними варіантами удобрення гібрида 'Брігга F1' можна виокремити в окремий кластер. Останній максимально віддалений від інших кластерів, зображених на графіку.

Тобто по суті, з фізіологічної точки зору, рослини на ширину міжряддя реагують по-іншому, а ніж на міжряддя 35 та 50 см. І компенсації за рахунок зміни структурних елементів врожаю не відбувається. Подібно до даних сорту ‘Лан 59’ результати досліджень ширини міжряддя 35 і 50 см для гібрида ‘Брігга F1’ представлено аналогічними залежностями формування груп кластерів.

Так, в окремий кластер виділяються варіанти вирощування гібрида сорго зернового ‘Брігга F1’ за ширини міжряддя 50 см і варіантів удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}+N_0$ та $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{20}$. Тоді як решта варіантів дослідів об’єднується у більший третій кластер, аналогічно до попереднього сорту.

Результати кластеризації досліджуваних варіантів гібрида сорго зернового ‘Бургго F1’ за елементами структури врожаю, урожайності та якості представлено графічно (рис.4.10).

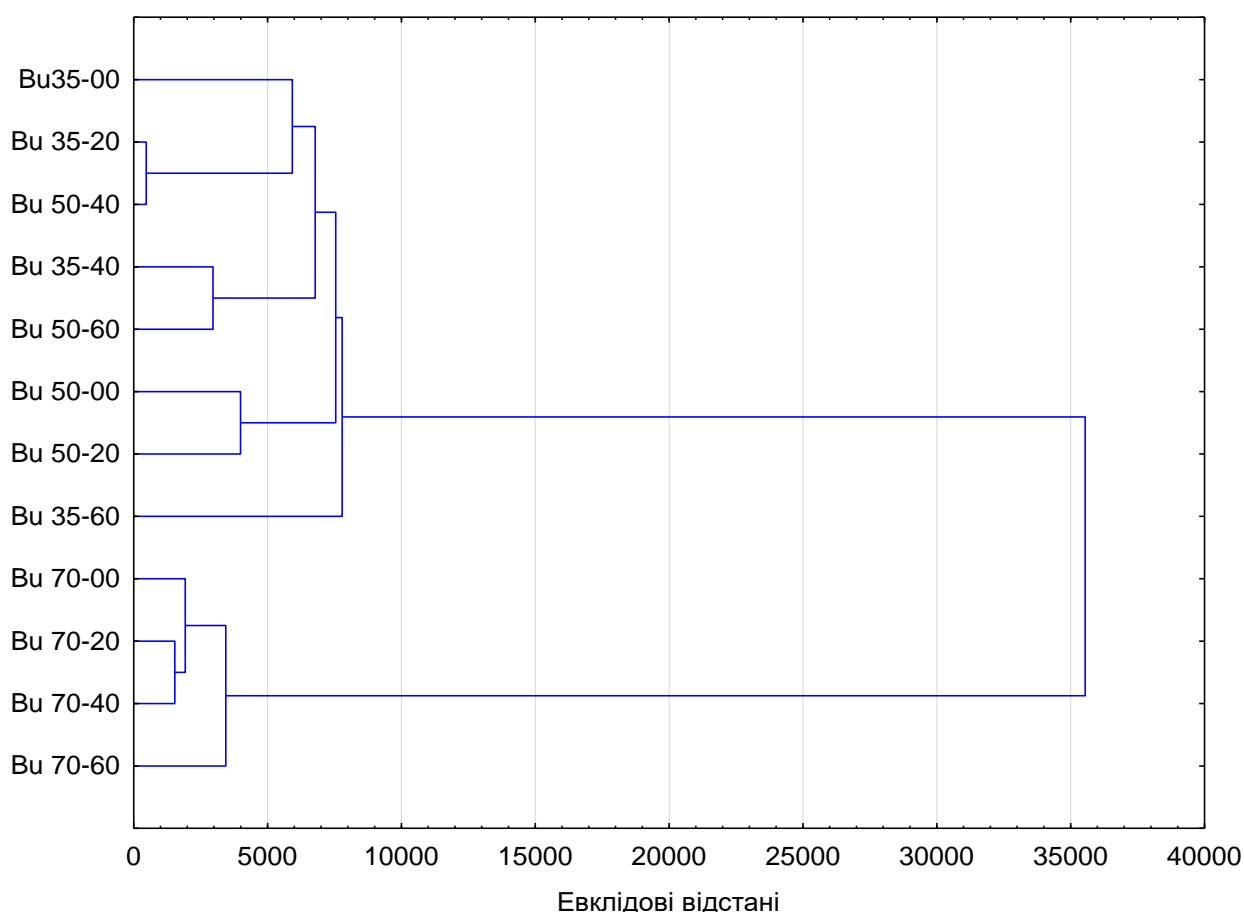


Рис. 4.10. Кластеризація досліджуваних варіантів гібрида сорго зернового ‘Бургго F1’ за елементами структури врожаю, урожайності та якості

Варто зазначити, що подібно до попередніх сорту і гібридів за ширини міжряддя 70 см усі варіанти удобрення об'єднуються в один кластер. Отже, головний визначальний вплив чинить фактор ширини міжряддя, який не може бути скомпенсований впливом інших чинників.

Водночас за вирощування гібрида 'Бургго F1' усі варіанти удобрення за ширини міжряддя 35 і 50 см об'єднуються в один кластер. Тобто гібрид реагує на зміну умов вирощування дещо по-іншому, ніж наприклад 'Брігга F1', що належить до однієї й тієї ж установи оригінатора.

Висновки до розділу 4

1. Зі збільшенням ширини міжряддя знижувалася продуктивна кустистість рослин як сорту так і гібридів. Зважаючи на те, що відстані між рослинами в рядку, за ширини міжряддя 35, 50 та 70 см, становили 15, 10,5 та 7,5 см відповідно сприятливіші умови для формування більшої кількості продуктивних стебел виявилися за ширини міжряддя 35 см. У волоті сорго зернового закладалося – 493–1013 шт. зернин. Найбільша їхня кількість спостерігалася у волоті сорту 'Лан 59' до 1035 шт. за ширини міжряддя 70 см та внесенні $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40}$. Маса зерна з однієї рослини дозволяє повною мірою оцінити індивідуальну продуктивність рослин досліджуваних гібридів. Найвищі показники маси 1000 насінин отримано за ширини міжряддя 50 см і норми удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{60}$, а саме у 'Лан 59' – 37,3; 'Брігга F1' – 37,4; 'Бургго F1' – 30,2.

2. Коливання урожайності по роках і досліджуваних чинниках становили від 3,98 до 9,14, у тому числі по сорту і гібридах: 'Лан 59' – 3,98–6,03; 'Брігга F1' – 6,49–9,14; 'Бургго F1' – 6,45–8,49 т/га. Вирощування сорго зернового за різної ширини міжряддя дозволило встановити біологічні особливості щодо формування урожаю зерна. Сорт 'Лан 59' забезпечував у середньому за роки досліджень максимальний урожай за ширини міжряддя 50 см – 5,73 т/га, тоді як за 70 см урожайність була на 0,45 т/га нижчою порівняно з міжряддями 35 см. Гібриди по-іншому реагували на зміну ширини міжряддя.

Так, 'Брігга F1' за ширини міжряддя 35 см формував урожайність на рівні 7,78 т/га; 50 см – 8,48; 70 см – 7,93 т/га. У гібрида 'Бургго F1' найбільшою урожайність виявилася за ширини міжряддя 50 см – 7,86 т/га.

3. Вміст протеїну в зерні сорго сорту 'Лан 59' коливається від 10,5 до 11,7 %; 'Брігга F1' від 10,8 до 11,7; 'Бургго F1' від 10,7 до 11,9 %. Вміст крохмалю у зерні гібридів сорго зернового змінюється від 72,6 до 75,5 %. За внесення азоту під передпосівний обробіток ґрунту простежується тенденція до зниження вмісту крохмалю, оскільки відзначена зворотна кореляція з вмістом протеїну.

4. Результати кластерного аналізу підтверджують неподібність досліджуваних гібридів на більш високому статистично достовірному рівні. Сорт і гібриди можна виділити в три окремі групи кластерів. Найбільш віддалено розташований кластер сорту 'Лан 59', однак навіть гібриди 'Брігга F1' та 'Бургго F1' перебувають в різних кластерах.

Основні наукові результати розділу опубліковано в працях автора: [134., 76, 77, 134].

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО

5.1. Економічна ефективність технологій вирощування сорго зернового

Економічна ефективність досліджуваних елементів технології вирощування сорго зернового становить основу розширення і вдосконалення виробництва в цілому. Адже без належного обґрунтування пропонуваного агрозаходів ні один виробничник не стане витратити ресурси що не будуть підкріплені прибутковою віддачею посівів[19, 129, 143].

Звідси, щоб вплинути на економічний розвиток виробництва необхідно застосовувати високопродуктивні ресурсощадні технології, які у свою чергу зумовлять зниження собівартості та підвищення рентабельності виробництва [23, 43, 130].

Сорго зернове походить з Індії та Китаю. Так , в Індії його культивують із 3-го тисячоліття до н.е., у Китаї та Єгипті – з 2-го тисячоліття до н. е., хоча до Європи культура була завезена в XV ст., а в Америку – в XVII ст. В Україні сорго почали вирощувати лише із середини XIX ст., як кормову культуру.

На даний час, у світі, посівні площі під сорго охоплюють 42,4–43,8 млн га, за валового збору 60–65 млн т. До найбільших виробників сорго можна віднести такі країни, як США – 12,2 млн т (30 % загальносвітового виробництва), Нігерія– 6,5 (16 %), Мексика – 5,5 (14 %), Судан – 5,5 млн т (14 %) [250].

Однак усупереч значному поширенню культури середня врожайність зернового сорго у 2016 р. у світі становила 1,50 т/га. Разом із тим досить високі врожаї сорго отримують такі країни, як Єгипет (5,36 т/га), США (4,89 т/га) та Аргентина (4,50 т/га) [186].

В Україні у 2014-му та 2016 роках посівні площі для вирощування сорго зернового становили 80 тис. га, в 2017 році – 72,7, тоді як у 2018 році вони скоротилися до 43,1 тис. га. При цьому, середня врожайність по країні в

2015 році знаходилася на рівні 3,72 т/га, в 2016-му. – 3,36 т/га, а в 2017 році – 3,9 т/га. Отже, вітчизняні виробники подолали рівень продуктивності в 3,0 т/га та наближаються за цим показником до провідних світових виробників сорго [49, 98, 109].

Для комплексного вивчення технології вирощування сорго зернового в умовах Лівобережного Лісостепу України було складено технологічні карти з урахуванням усіх затрат на вирощування культури. До виробничих витрат за технологічними картами включали: вартість обробітку ґрунту, вартість насіння, вартість засобів захисту та добрив, оплату праці та видатки на амортизацію й поточний ремонт, вартість пального й мастильних матеріалів, тощо.

Так, для отримання приросту урожайності сорго зернового і підвищення якості продукції слід визначити мінімальні витрати добрив, пального, засобів захисту, на оплату праці, а також витрати на охорону навколишнього середовища. У кінцевому підсумку всі часткові критерії повинні відповідати основному критерію економічної ефективності технології вирощування. Звідси, для визначення економічної ефективності виробництва сорго зернового слід використовувати часткові або локальні критерії. У кожному окремому випадку критерій може набувати конкретнішої форми з урахуванням характеру й особливостей виробництва [173]

Економічне обґрунтування собівартості вирощування сорго зернового наведено для 2018 року в (табл. 5.1–5.3).

Для розрахунків використовувалися всі елементи технології вирощування сорго зернового в умовах Правобережного Лісостепу України, що відрізнялися лише досліджуваними агрозаходами. Як виявилось, найбільший економічний вплив на технологію вирощування сорго чинить фактор удобрення посівів. Адже нині мінеральні добрива досить вартісні і в мінімальному варіанті застосування вносилися $N_{60}P_{60}K_{60}+N_0$, у максимальному – $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{60}$. Тобто в обох випадках внесення основного мінерального удобрення потребує 4,99 тис. грн/га виробничих витрат, тоді як за додаткового підживлення N_{60} відповідно ще додаткових 1,9 тис. грн/га [54, 75].

Таблиця 5.1

Економічна ефективність вирощування сорго зернового сорту 'Лан 59'
залежно від впливу факторів, середнє за 2015–2017 рр.

Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Урожайність, т/га	Вартість насіння, грн./га	Вартість добрив, грн./га	Засоби захисту рослин, грн./га	Пальне, грн./га	Заробітна плата, грн./га	Інші витрати, грн./га	Всього витрат, грн./га	Вартість продукції, грн.	Собівартість, грн./т	Прибуток, грн./га
35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	4,89	1,20	4,99	2,27	2,26	0,50	5,61	16,8	26,9	3,44	10,1
	ф + N ₂₀	5,09	1,20	5,62	2,27	2,26	0,50	5,61	17,5	28,0	3,43	10,5
	ф + N ₄₀	5,47	1,20	6,26	2,27	2,26	0,50	5,61	18,1	30,1	3,31	12,0
	ф + N ₆₀	5,50	1,20	6,89	2,27	2,26	0,50	5,61	18,7	30,3	3,40	11,5
50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	4,96	1,20	4,99	2,27	2,26	0,50	5,61	16,8	27,3	3,39	10,5
	ф + N ₂₀	5,22	1,20	5,62	2,27	2,26	0,50	5,61	17,5	28,7	3,34	11,3
	ф + N ₄₀	5,70	1,20	6,26	2,27	2,26	0,50	5,61	18,1	31,4	3,17	13,3
	ф + N ₆₀	5,73	1,20	6,89	2,27	2,26	0,50	5,61	18,7	31,5	3,27	12,8
70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	4,39	1,20	4,99	2,27	2,26	0,50	5,61	16,8	24,1	3,83	7,33
	ф + N ₂₀	4,61	1,20	5,62	2,27	2,26	0,50	5,61	17,5	25,4	3,79	7,91
	ф + N ₄₀	5,06	1,20	6,26	2,27	2,26	0,50	5,61	18,1	27,8	3,57	9,75
	ф + N ₆₀	5,08	1,20	6,89	2,27	2,26	0,50	5,61	18,7	27,9	3,68	9,22

Відповідно усі виробничі витрати на технологію вирощування сорго зернового було пораховано за цінами 2018 року. Так, вартість насіння, добрив, засобів захисту рослин вираховувалася за цінами станом на лютий-березень 2018 року, тобто до початку посівної компанії. Вартість пального та мастила використовували середньозважену, за період з січня по вересень 2018 року. Вартість гектара орендної плати за землю визначали спираючись на усереднені дані господарств, розташованих поблизу місця проведення досліджень.

Витрати на збут формують складові пов'язані з реалізацією продукції, серед яких: оплата праці працівників, що забезпечують збут; витрати на рекламу; витрати на передпродажну підготовку зерна; витрати на утримання основних

засобів, інших активів, пов'язаних зі збутом зерна (операційна оренда, страхування, амортизація, ремонт, освітлення, охорона); витрати на транспортування, перевалку і страхування зерна відповідно до умов договору поставки; інші витрати [75].

У випадку визначення повної собівартості однієї тони зерна сорго зернового визначали цю статтю, однак стосовно розрахунків загальної економічної ефективності вирощування не включали до розрахунків (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

**Економічна ефективність вирощування сорго зернового 'Брігга F1'
залежно від впливу факторів, середнє за 2015–2017 рр.**

Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрєння, кг/га (фактор С)	Урожайність, т/га	Вартість насіння, грн./га	Вартість добрив, грн./га	Засоби захисту рослин, грн./га	Пальне, грн./га	Заробітна плата, грн./га	Інші витрати, грн./га	Всього витрат, грн./га	Вартість продукції, грн.	Собівартість, грн./т	Прибуток, грн./га
35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	7,33	1,85	4,99	2,27	2,26	0,50	5,61	17,5	40,3	2,38	22,9
	ф + N ₂₀	7,68	1,85	5,62	2,27	2,26	0,50	5,61	18,1	42,2	2,36	24,1
	ф + N ₄₀	8,04	1,85	6,26	2,27	2,26	0,50	5,61	18,7	44,2	2,33	25,5
	ф + N ₆₀	8,08	1,85	6,89	2,27	2,26	0,50	5,61	19,4	44,4	2,40	25,1
50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	8,16	1,85	4,99	2,27	2,26	0,50	5,61	17,5	44,9	2,14	27,4
	ф + N ₂₀	8,39	1,85	5,62	2,27	2,26	0,50	5,61	18,1	46,1	2,16	28,0
	ф + N ₄₀	8,66	1,85	6,26	2,27	2,26	0,50	5,61	18,7	47,6	2,16	28,9
	ф + N ₆₀	8,69	1,85	6,89	2,27	2,26	0,50	5,61	19,4	47,8	2,23	28,4
70(к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	7,62	1,85	4,99	2,27	2,26	0,50	5,61	17,5	41,9	2,29	24,4
	ф + N ₂₀	7,87	1,85	5,62	2,27	2,26	0,50	5,61	18,1	43,3	2,30	25,2
	ф + N ₄₀	8,10	1,85	6,26	2,27	2,26	0,50	5,61	18,7	44,6	2,31	25,8
	ф + N ₆₀	8,14	1,85	6,89	2,27	2,26	0,50	5,61	19,4	44,8	2,38	25,4

Передусім це пов'язано з різноманітною вартістю витрат на реалізацію зерна сорго зернового залежно від типу господарства, його розмірів, прийнятих умов економічної співпраці. Так, дрібні (фермерські) господарства не можуть

собі дозволити наявність окремого працівника з реалізації зерна і відповідно його оплатою праці. Аналогічно й відсутня техніка, що може бути задіяна для доставки зерна відповідно до контракту в порт або на елеватор. Тому такі господарства воліють продати зерно дещо дешевше але покласти усі витрати з реалізації продукції на зернотрейдера. Водночас великі зернові холдинги мають відповідні відділи, що займаються винятково реалізацією продукції, техніку та ресурси.

Таблиця 5.3

**Економічна ефективність вирощування сорго зернового ‘Бургіо F1’
залежно від впливу факторів, середнє за 2015–2017 рр.**

Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Урожайність, т/га	Вартість насіння,	Вартість добрив, грн./га	Засоби захисту рослин,	Пальне, грн./га	Заробітна плата, грн./га	Інші витрати, грн./га	Всього витрат, грн./га	Вартість продукції, грн.	Собівартість, грн./т	Прибуток, грн./га
35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	7,12	1,85	4,99	2,27	2,26	0,50	5,61	17,5	39,2	2,45	21,7
	ф + N ₂₀	7,36	1,85	5,62	2,27	2,26	0,50	5,61	18,1	40,5	2,46	22,4
	ф + N ₄₀	7,58	1,85	6,26	2,27	2,26	0,50	5,61	18,7	41,7	2,47	23,0
	ф + N ₆₀	7,61	1,85	6,89	2,27	2,26	0,50	5,61	19,4	41,9	2,55	22,5
50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	7,55	1,85	4,99	2,27	2,26	0,50	5,61	17,5	41,5	2,31	24,1
	ф + N ₂₀	7,78	1,85	5,62	2,27	2,26	0,50	5,61	18,1	42,8	2,33	24,7
	ф + N ₄₀	8,03	1,85	6,26	2,27	2,26	0,50	5,61	18,7	44,2	2,33	25,4
	ф + N ₆₀	8,07	1,85	6,89	2,27	2,26	0,50	5,61	19,4	44,4	2,40	25,0
70(к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	7,10	1,85	4,99	2,27	2,26	0,50	5,61	17,5	39,1	2,46	21,6
	ф + N ₂₀	7,39	1,85	5,62	2,27	2,26	0,50	5,61	18,1	40,6	2,45	22,5
	ф + N ₄₀	7,60	1,85	6,26	2,27	2,26	0,50	5,61	18,7	41,8	2,47	23,1
	ф + N ₆₀	7,61	1,85	6,89	2,27	2,26	0,50	5,61	19,4	41,9	2,55	22,5

Оскільки застосування мінеральних добрив доволі значна стаття витрат, то відповідно й витрати з розрахунку на одиницю площі значно залежали від схеми досліду. Так, за відсутності підживлення азотними добривами витрачалося 16,8–

17,5 тис. грн/га, тоді як на максимальному варіанті застосування азотних добрив– 18,7–19,4 тис. грн/га. При цьому норма висіву насіння за широкорядних способів сівби сорго зернового незначно відрізняється, тому суттєвого вкладу у формування витрат на вирощування не вносила, відмінності спостерігалися лише за використання гібридів сорго зернового закордонної селекції. Адже в цьому випадку витрати на закупівлю насіння з розрахунку на одиницю площі були значно більшими.

У середньому по досліді собівартість виробництва однієї тони зерна сорго зернового становила 2,73 тис. грн/га, з варіюванням у межах від 2,14 до 3,83 грн/т по варіантах досліді.

Визначивши вартість отриманої продукції і витрати на вирощування зерна можна розрахувати прибуток від вирощування досліджуваної культури. Так, найвищий прибуток було отримано за вирощування гібридів сорго зернового ‘Брігга F1’ та ‘Бургго F1’. За ширини міжрядь 50 см і застосування азотних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40}$ показники досягали 28,9 та 25,4 грн/га відповідно.

5.2. Енергетична ефективність технології вирощування сорго зернового

Важливим резервом подальшого зростання валових зборів продукції рослинництва є вирощування сільськогосподарських культур за інтенсивними ресурсо- та енергозберігаючими технологіями, ефективність яких, як правило, вища від існуючих. Передумовою впровадження нової технології у виробництво виступає її енергетична оцінка, одна з переваг якої полягає у визначенні основних параметрів, однакових для різних країн, стосовно економічної ефективності[66].

Під час розрахунків енергетичних затрат враховуються прямі витрати енергії (пальне, електроенергія та ін.), уречевлені витрати енергії, які були витрачені на виробництво і застосування добрив, пестицидів і отрутохімікатів і витрати живої праці та енергоємність засобів механізації[223].

Поряд із витратами енергії на вирощування сільськогосподарських культур при енергетичній оцінці технологій береться до уваги також вміст енергії в отриманому урожаї, який розраховується на основі даних величини енергетичної оцінки одиниці продукції [68].

Найважливішими показниками, які характеризують енергетичну ефективність сільськогосподарських культур вважається енергетичний коефіцієнт та енергоємність одиниці продукції.

Енергетичну ефективність визначали за технологічними картами шляхом підрахунків витрат енергії на одиницю площі та енергоємності одиниці врожаю. Основним показником, який найповніше характеризує енергетичну ефективність вирощеної продукції є коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee}), що розраховується співвідношенням виходу енергії з урожаєм до витраченої на вирощування культури

За обчислень енергетичної ефективності вирощування сорго зернового залежно від впливу елементів технології одержано наступні дані (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

Енергетична ефективність вирощування сорго зернового залежно від впливу елементів технології, середнє за 2015–2017 рр.

Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрєння, кг/га (фактор С)	Урожайність, т/га	Збір енергії з врожаєм, ГДж/га	Витрати енергії, ГДж/га	K_{ee}
‘Лан 59’ (к)	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	4,89	74,03	41,30	1,79
		ф + N ₂₀	5,09	77,06	42,90	1,80
		ф + N ₄₀	5,47	82,82	44,50	1,86
		ф + N ₆₀	5,50	83,27	46,10	1,81
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	4,96	75,09	41,30	1,82
		ф + N ₂₀	5,22	79,03	42,90	1,84
		ф + N ₄₀	5,70	86,30	44,50	1,94
		ф + N ₆₀	5,73	86,75	46,10	1,88
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	4,39	66,46	41,30	1,61
		ф + N ₂₀	4,61	69,80	42,90	1,63
		ф + N ₄₀	5,06	76,61	44,50	1,72
		ф + N ₆₀	5,08	76,91	46,10	1,67

Продовження таблиці 5.4.						
Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Урожайність, т/га	Збір енергії з врожаєм, ГДж/га	Витрати енергії, ГДж/га	<i>K_{ee}</i>
‘Брігга F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	7,33	110,98	41,30	2,69
		ф + N ₂₀	7,68	116,28	42,90	2,71
		ф + N ₄₀	8,04	121,73	44,50	2,74
		ф + N ₆₀	8,08	122,33	46,10	2,65
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	8,16	123,54	41,30	2,99
		ф + N ₂₀	8,39	127,02	42,90	2,96
		ф + N ₄₀	8,66	131,11	44,50	2,95
		ф + N ₆₀	8,69	131,57	46,10	2,85
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	7,62	115,37	41,30	2,79
		ф + N ₂₀	7,87	119,15	42,90	2,78
		ф + N ₄₀	8,10	122,63	44,50	2,76
		ф + N ₆₀	8,14	123,24	46,10	2,67
‘Бургго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	7,12	107,80	41,30	2,61
		ф + N ₂₀	7,36	111,43	42,90	2,60
		ф + N ₄₀	7,58	114,76	44,50	2,58
		ф + N ₆₀	7,61	115,22	46,10	2,50
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	7,55	114,31	41,30	2,77
		ф + N ₂₀	7,78	117,79	42,90	2,75
		ф + N ₄₀	8,03	121,57	44,50	2,73
		ф + N ₆₀	8,07	122,18	46,10	2,65
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	7,10	107,49	41,30	2,60
		ф + N ₂₀	7,39	111,88	42,90	2,61
		ф + N ₄₀	7,60	115,06	44,50	2,59
		ф + N ₆₀	7,61	115,22	46,10	2,50

Примітка: *K_{ee}* – коефіцієнт енергетичної ефективності.

При цьому встановлено, що найвищий коефіцієнт енергетичної (*K_{ee}*) ефективності був у варіантах із шириною міжрядь сорго зернового 50 см та застосуванням як удобрення N₆₀P₆₀K₆₀+N₀. Так, у гібрида ‘Брігга F1’ цей показник становив 2,99, у гібрида ‘Бургго F1’ – 2,77 відповідно.

Мінімальні показники коефіцієнта енергетичної ефективності відзначено в сорту ‘Лан 59’ на всіх досліджуваних варіантах.

Варто зауважити, що з енергетичної точки зору застосування додаткового підживлення азотними добривами не може бути компенсоване додатковим збором енергії із зерном сорго, оскільки азотні добрива доволі витратні у виробництві. Однак економічна кон'юнктура ринку засвідчує ефективність цього агрозаходу.

Висновки до розділу 5:

1. Найбільш економічно ефективними є варіанти вирощування гібридів сорго зернового 'Брігга F1' та Бургго F1. Вирощування ж Лан 59 дозволяє отримати за рівнозначних затрат на одиницю площі лишень 5,14 т/га зерна, в той же час коли вищеназвані гібриди формують 8,06 та 7,57 т/га.

2. Так найвищий прибуток за ширини міжрядь 50 см та застосування азотних добрив в нормі $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40}$ ми отримали за вирощування гібридів сорго зернового 'Брігга F1' – 28,9 та Бургго F1 – 25,4 грн./га відповідно. Внесення в якості підживлення N_{60} виявилась економічно не вигідною та витрати на додаткові 20 кг/га азотних добрив не були компенсовані прибавкою врожаю в повній мірі.

3. На підставі аналізу енергетичної ефективності технології вирощування сорго зернового встановлено, що максимальні витрати енергії були на варіантах застосування азотних добрив в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{60}$.

4. Встановлено що з енергетичної точки зору застосування додаткового підживлення азотними добривами не може бути компенсоване додатковим збором енергії з зерном сорго, тому максимальний коефіцієнт енергетичної ефективності був отриманий у варіантах із шириною міжрядь сорго зернового 50 см та застосуванням в якості удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}+N_0$. Так, в гібриду 'Брігга F1' цей показник становив 2,99, а в гібриду Бургго F1 – 2,77 відповідно.

Основні наукові результати розділу опубліковано в працях автора: [75].

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та обґрунтовано практичне вирішення наукового завдання, що полягає у виявленні особливостей росту й розвитку сорго зернового, формування врожаю та якості зерна залежно від ширини міжряддя та удобрення в умовах Лівобережного Лісостепу України.

1. Тривалість вегетації в середньому за роки проведення досліджень, залежно від удобрення та ширини міжряддя становила: для сорту 'Лан 59' – 113–119 діб; 'Брігга F1' – 112–116 та 'Бургто F1' – 111–115 діб. Збільшення норми азотних добрив подовжує період вегетації рослин на 1–3 доби порівняно з варіантами без додаткового удобрення. Найкоротший вегетаційний період сорту і гібридів сорго зернового відзначено за 70 см, тоді як найдовший виявився у рослин за міжряддя 35 см. Тобто на загущених посівах рослини досягали на 2–4 доби довше, ніж на широкорядних.

2. Оптимальні за густотою стояння рослин посіви сорго забезпечують формування стабільної урожайності. Лабораторна схожість насіння сорго є достатньо висока – 95,6–97,8 %, а польова знаходиться на рівні: 'Лан 59' – 85,1–87,7; 'Брігга F1' – 89,7–91,2; 'Бургто F1' – 87,8–89,5 %. За повної появи сходів кількість рослин становить у посівах 'Лан 59' – 152,2–156,6; 'Брігга F1' – 156,2 – 159,0; 'Бургто F1' – 154,0–156,0 тис. шт./га. В цілому по досліді за вегетаційний період втрачалось не більше 7,5 % від загальної кількості рослин на час повних сходів.

3. Рослини сорго зернового відносно низькорослі з високою стійкістю до вилягання. Висота 'Лан 59' у фазі повної стиглості становить 111,2–130,2; 'Брігга F1' – 108,0–126,4; 'Бургто F1' – 104,8–122,7 см. Висота посівів сорго збільшувалася за ширини міжряддя 35 см та підвищенні норми азоту під передпосівний обробіток ґрунту: 'Лан 59' – 130,2; 'Брігга F1' і 'Бургто F1' відповідно 126,4 та 122,7 см.

4. Максимальну площу листової поверхні посіви формували до фази «цвітіння»: 'Лан 59' – 60,6; 'Брігга F1' – 66,7; 'Бургто F1' – 65,5 тис. м²/га. До

фази «повна стиглість зерна» площа листкової поверхні посіву зменшувалася майже вдвічі. Сорт і гібриди різнилися між собою щодо інтенсивності фотосинтетичного потенціалу в період «цвітіння-повна стиглість» – у сорту ‘Лан 59’ показник коливався від 0,44 до 0,60; ‘Брігга F1’ від 0,40 до 0,51; ‘Бургго F1’ від 0,36 до 0,46 тис. м²/га ×діб.

5. Інтенсивність накопичення сухої речовини по гібридах суттєво різниться, що зумовлюється вищою кущистістю сучасних гібридів. За ширини міжряддя 50 см та удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40-60}$ посіви ‘Лан 59’ до фази повної стиглості накопичували 10,6–10,8; ‘Брігга F1’ і ‘Бургго F1’ – 16,2–16,3 та 15,0 – 15,2 т/га сухої речовини.

6. Зростання норми азоту в передпосівний період від 20 до 60 кг/га зумовлювало підвищення концентрації загального азоту в рослинах. Найбільший вміст азоту виявився у стеблах гібриду ‘Бургго F1’ – 0,28 %, тоді як найменший у сорту ‘Лан 59’ – 0,23 %. Норми азоту не впливали достовірно на додаткове засвоєння фосфору та калію. Їхній вміст у рослинах залежав переважно від обсягів накопиченої біомаси, а концентрація достовірно не змінювалася.

7. У волоті сорту ‘Лан 59’ формувалося 866,9 зерен на волоть, із найвищими показниками за ширини міжряддя 70 см та удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40}$ – 1035,1 шт. У гібрида ‘Брігга F1’ у середньому по досліді визначено 554,3 шт. зерен на волоть, за ширини міжряддя 70 см та удобрення азотними добривами N_{20-60} – 595,7 та 602,4 шт. відповідно. Аналогічні показники отримали і в гібрида ‘Бургго F1’: за норми удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40}$ – 961,7, а в середньому по досліді гібрид формував 858,6 шт. зерен на волоть.

8. Урожайність сорту та гібридів сорго зернового за вирощування в умовах Лівобережного Лісостепу України в середньому за роки проведення дослідження змінювалася від 4,89 до 8,69 т/га. Коливання урожайності по роках і досліджуваних чинниках становили від 3,98 до 9,14, у тому числі по сорту та гібридах: ‘Лан 59’ – 3,98–6,03; ‘Брігга F1’ – 6,49–9,14; ‘Бургго F1’ – 6,45–8,49 т/га. Максимальну врожайність всі рослини формували за ширини міжряддя 50 см: ‘Лан 59’ – 5,40; ‘Брігга F1’ – 8,48; ‘Бургго F1’ – 7,86 т/га. За доведення

норми передпосівного азоту до N_{60} порівняно з N_{20} урожайність збільшувалася для 'Лан 59' на 0,41–0,51 т/га; 'Брігта F1' – 0,27–0,40; 'Бургто F1' – 0,22–0,29 т/га. Урожайність сорго зернового (у) залежно від рівня удобрення азотними добривами (х) описується рівнянням: $y = 0,0106x + 6,6074$. Також між цими показниками існує позитивний помірний кореляційний зв'язок $r = 0,49$.

9. Встановлено, що застосування додаткового внесення азоту в нормах від N_{20} до N_{60} сприяє збільшенню вмісту протеїну в зерні, а саме: найвищі його значення спостерігали в гібрида 'Бургто F1' – 11,8 за ширини міжряддя 70 см та удобрення в нормі $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{60}$. Відзначено дещо більший вміст крохмалю на контрольних варіантах без додаткового застосування азотних добрив. Найвищий вміст жиру сформовано у зерні гібрида 'Бургто F1' – 3,79 % за максимального удобрення та ширини міжряддя 50 та 70 см. Найвищий показник клітковини зафіксовано в гібрида 'Бургто F1' за ширини міжряддя 70 см та норми удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40}$.

10. Загальні технологічні витрати за вирощування сорго становлять 16,8 – 19,4 тис. грн/га; прибуток знаходиться в межах 7,33–28,9 тис. грн/га. Економічно ефективно вирощування гібридів сорго зернового 'Брігта F1' та Бургто F1. Найвищий прибуток отримано за ширини міжряддя 50 см і внесення $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40}$: 'Брігта F1' – 28,9 і 'Бургто F1' – 25,4 тис. грн/га відповідно.

11. Встановлено, що найбільші витрати енергії за застосування азотних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{60}$. Вищий коефіцієнт енергетичної ефективності отриманий за ширин міжряддя 50 см і внесенні $N_{60}P_{60}K_{60}$. Так, у гібрида 'Брігта F1' цей показник становить 2,99, в гібрида 'Бургто F1' – 2,77 відповідно.

12. За результатами кластеризації за показниками елементів структури врожаю, урожайності та якості встановлено, що найвіддаленіше розташований кластер сорту 'Лан 59'. Однак, навіть гібриди 'Брігта F1' і 'Бургто F1' перебувають у різних кластерах, тобто по-різному реагують на умови вирощування. Результати кластерного аналізу підтверджують неподібність досліджуваних гібридів на високому статистичному рівні.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою ефективного вирощування сорго зернового та одержання стабільної урожайності – 8,00–8,50 т/га в умовах Лівобережного Лісостепу України рекомендується вирощувати гібриди сорго зернового інтенсивного типу ‘Брігга F1’ та ‘Бургто F1’. Гібриди вирощувати з шириною міжряддя 50 см за внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ в основне удобрення та N_{40-60} під передпосівний обробіток ґрунту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алабушев А. В., Анипенко Л. Н. Состояние и перспективы производства зернового сорго. Кукуруза и сорго. 2005. № 6. С. 7 – 12.
2. Алабушев А. В. Уникальные возможности сорго. Земледелие. 2000. № 3. С. 20–21.
3. Алабушев А. В., Коломийцев Н. Н., Лаврухин П. В. Совершенствование технологии производства семян зернового сорго в засушливых условиях Ростовской области. Кукуруза и сорго. 2005. № 1. С. 19–22.
4. Андрусенко І. І. Сорго на зерно як проміжна культура для ланки озимої пшениці. Зрошуване землеробство. Київ.: Урожай, 1979. Вип. 25. 19 с.
5. Архипенко Ф. М., Слюсар С. М. Сорго – перспективи вирощування. Агроном. 2006. № 4 (14). С. 82–83.
6. Базалій В. В., Бойко М. О., Алмашова В. С., Онищенко С. О. Рослинницькі аспекти та агроекологічні засади вирощування сорго зернового на Півдні України. *Таврійський науковий вісник*. 2015. Вип. 91. С. 3–6.
7. Балан В. М., Присяжнюк О. І., Балагура О. В. Рослинництво основних культур: монографія. Київ : «Нілан-ЛТД», 2018. С. 381
8. Барановський О. В., Трофименко М. М., Вечеров В. І. Вплив азотних добрив на продуктивність зернового сорго в умовах Луганської області: *Науковий вісник Луганського нац. аграр. ун-ту*. 2012. Вип. 36. С. 9–16.
9. Безручко О. Сорго набуває популярності. *Agroexpert*. 2012. № 5. С. 36–38.
10. 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.
11. Белецкий А. С. Удобрения и урожайность сорго. Химия сельского хозяйства. 1989. № 11. С. 60–61.
12. Бикін А. В., Антал Т. В., Найдено В. М. Фенологічні особливості

сорго зернового залежно від впливу елементів технології вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 107. С. 44–47.

13. Білосор Л. В. Особливості формування ринку інноваційної продукції в аграрній сфері. *Економіка АПК*. 2005. № 2. С. 106–111.

14. Біоенергетична оцінка соргових культур [В. Л. Курило, О. В. Яланський, В. Л. Гамандій та ін.]. Зб. наук. пр. ІБКІЦБ. 2012. Вип. 14. С. 554–558.

15. Блохина Е. А. Продуктивность гибридов сорго в зависимости от сроков посева и условий питания в северо-восточном регионе Беларуси. : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук : спец. 06.01.09. «Растениеводство». Горки, 2016. 25 с.

16. Богата В. Ф. Вплив строків сівби на урожай зернового сорго та його якість. *Степове землеробство*. 1980. №14. С. 51–53.

17. 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.

18. Бойко М. О. Вплив густоти посіву та строків сівби на продуктивність гібридів сорго зернового в умовах Півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2016. Вип. 3 (91). С. 96–104.

19. Бойко М. О. Економічна ефективність виробництва сорго зернового в умовах Півдня України. Зб. тез всеукраїнської науково-практичної конференції «Теорія та практика менеджменту: реалії і перспективи розвитку». ХДАУ, 2016. С. 37–41.

20. Бойко М. О. Обґрунтування агротехнічних прийомів вирощування сорго зернового в умовах Півдня України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Серія «Агрономія» [редкол.: С. М. Ніколаєнко (відп. ред.) та ін.]. Київ : НУБіП України, 2016. Вип. 235. С. 33–39.

21. Бойко М. О. Перспективи виробництва сорго зернового на Півдні

України. Modern scientific researches and developments: theoretical value and practical results–2016: materials of international scientific and practical conference (Bratislava, 15–18 March 2016). K.: LLC «NVP» Interservice», 2016. P. 23–24.

22. Бойко М. О. Формування асиміляційного апарату гібридів сорго зернового в залежності від строків сівби та густоти посівів. Таврійський науковий вісник. Херсон: «Грінь Д. С.», 2017. Вип. 97. С. 18–22.

23. Борисова В. А. Економіко-екологічні засади аграрного землекористування. Економіка АПК. 2001. № 7. С. 16–22.

24. Бурдига В. М. Формування продуктивності сорго зернового та соризу залежно від строку і способу сівби в умовах Лісостепу Західного: автореф. дис. канд. с. г. наук: 06.01.09. Вінницький нац. аграрний унт. Вінниця, 2013. 20 с.

25. Вахопский Э. В. Ставропольское зерновое сорго. Кормопроизводство. 2002. № 4. С. 15–16.

26. Влох В. Г., Дубковецкий С. В., Кияк Г. С., Онищук Д. М. Сорго. К.: Вища школа, 2005. С. 94–98.

27. Гамандій В. Л., Дремлюк Г. К. Господарствам Півдня час розширювати посіви сорго. The Ukrainian Farmer. 2012. № 2. С. 12–13.

28. Ганженко О. М., Григоренко Н. О., Хіврич О. Вплив сортових особливостей та мінерального живлення на урожайність і вуглеводний склад цукрового сорго. Цукрові буряки. 2011. № 5. С. 14–16.

29. Гелетуха Г. Г., Желєзна Т. А., Трибой О. В. Перспективи вирощування та використання енергетичних культур в Україні: Аналітична записка БАУ. Біоенергетична асоціація України, 2014. № 10. 34 с.

30. Городній М. М. Агрохімія. Київ: Аристей, 2016. 746 с.

31. Господаренко Г. М. Агрохімія. Київ: «ІАЕ», 2010. 400 с.

32. Господаренко Г. М., Климович П. В. Вплив добрив на динаміку вмісту основних елементів живлення в рослинах сорго зернового. Зб. наук. пр. Уманського ДАУ. 2006.– С. 106–113.

33. Господаренко Г. М., Климович П. В. Ефективність передзбиральної обробки сорго зернового розчинами азотних добрив і регіоном. Вісник аграрної

науки Причорномор'я. 2006. № 4 (37). С. 34–38.

34. Господаренко Г. М., Климович П. В. Особливості удобрення сорго зернового в Правобережному Лісостеп: матеріали Міжнар. Наук-практ. конф. «Сучасний стан ґрунтового покриву України та шляхи забезпечення його сталого розвитку на початку 21-го століття». Харків, 2006. С. 205–207.

35. Господаренко Г. М., Климович П. В. Реакція сорго зернового на удобрення на чорноземі опідзоленому. Зб. наук. пр. Луганського НАУ. 2006. № 69 (92). С. 20–25.

36. Господаренко Г. М., Черно О. Д. Винос калію культурами польової сівозміни та баланс його за тривалого застосування добрив. *Вісник аграрної науки (спецвипуск)*. 1999. Вересень С. 21 – 24.

37. Грабовський М. Б., Федорук Ю. В., Грабовська Т. О. Наукові доповіді НУБіП України. Агрономія. 2018. № 5 (75), ISSN 2223-1609.

38. Гринюк І. П. Соргові культури як сировина для виробництва біопалива залежно від удобрення та строку збирання в Правобережном Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с. г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво». К., 2013. 21 с.

39. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ: «НІЧЛАВА», 2003. 320 с.

40. Гурский Н. Г. Посевные и урожайные качества сорговых культур в зависимости от репродукции и сроков уборки семенников. Кукуруза и сорго. 1996. № 2. С. 4–6.

41. Гурский Н. Г., Коломийцев Н. Н. Зерновое сорго как важный источник производство фуражного зерна в условиях недостаточного увлажнения. Зерновые и кормовые культуры России. Зерноград, 2002. С. 60–63.

42. Ґрунти України: властивості, генезис, менеджмент родючості /за ред. В. І. Купчика. Київ: Кондор, 2007. 414 с.

43. Давыдова О. Е., Дульнев П. Г., Аксilenко М. Д., Механизмы влияния новых синтетических регуляторов роста растений на азотно-фосфорное питание

и продуктивность сельскохозяйственных культур. Біологічні науки і проблеми рослинництва. Уманський ДАУ. Умань. 2003 (спецвипуск). С. 58–60.

44. Даниленко Ю. Л., Болотин А. Г. Повышение урожайности зернового сорго в орошаемых агроландшафтах Волгоградской области. Кукуруза и сорго. 2005. № 6. С. 21–23.

45. Даниленко Ю. П. Зерновое сорго в орошаемых агроландшафтах Нижнего Поволжья. Кукуруза и сорго. 2002. № 1. С. 22–24.

46. Даниленко Ю. П., Федорова В. А. Зерновое сорго при орошении – эффективное использование поливной воды. Видовое разнообразие и динамика развития природных и производственных комплексов Нижнего Поволжья. Т 1.: сб. науч. тр. М.: Современные тетради, 2003. С. 231–238.

47. Данилишин Б. Науково–інноваційне забезпечення сталого економічного розвитку України. Економіка України. 2004. № 3. С. 4–11.

48. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат. 1985. 305 с.

49. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>

50. Драган М., Грищенко Р., Любич О. Круп'яні культури: сучасні аспекти технології вирощування Пропозиція. 2009. № 11. С. 80–83.

51. Дранищев Н. И., Барановский А. В., Тимошин Н. Н. Агроэкологические аспекты возделывания сорго в засушливых условиях Луганской области. Вісник ЛНПУ ім. Тараса Шевченка: Біологічні науки. 2008. № 14(153). С. 43–47.

52. Дремлюк Г. К., Гамадій В. Л. Багатогранна культура. Насінництво Київ: Селекційно–генетичний ін–т, Український ін–т експертизи сортів рослин, «Колобіг». 2011. № 4 (100). С. 14–21.

53. Дремлюк Г. К., Гамадій В. Л., Гамадій І. В. Основні елементи технології вирощування сорго. Посібник українського хлібороба. 2013. № 3. С. 274–277.

54. Еколого–біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур: навч. посіб. для студ. вузів. [В. Д. Паламарчук, О. В. Климчук, І. С. Поліщук та ін.] ; М–во освіти та науки України, ВНАУ. Вінниця : 2010. 633 с.
55. Ермантраут Е. Р., Гопцій Т. І., Каленська С. М. Методика селекційного експерименту (у рослинництві). Харків, 2014. 229 с.
56. Ермохин Ю. И., Бобренко И. А. Оптимизация минерального питания сорговых культур: монография. Омск: Ом ГАУ, 2000. 118 с.
57. Жигулев А. К. Продуктивность и качество зернового сорго при применении возрастающих доз минеральных удобрений. Агрохимия. 198 №10. С. 58–69.
58. Жукова М. П., Гончар–Зайкин П. П. Выбор и обоснование элементов технологии возделывания сорго. Кормопроизводство. 2002. № 4. С. 22–24.
59. Загальне землеробство [В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. О. Опришко та ін.]. Київ: Вища освіта, 2004. 336 с.
60. Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету [редкол.: А. Ф. Головчук (відп. ред.) та ін.]. Умань, 2009. Вип. Ч. 1. Агрономія. 256 с.
61. Землянов А. Н. Воздействие пониженных температур на посевные качества семян сорго. Кукуруза и сорго. 1997. № 5. С. 21–22.
62. Землянов А. Н., Гурский Н. Г. Использование десикантов в семеноводстве сорговых культур. Кукуруза и сорго. 1997. № 4. С. 11–12.
63. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво : підруч. [за ред. О. І. Зінченка]. Київ : Аграрна освіта, 2001. 591 с.
64. Ивойлова А. В., Шелкунова А. В. Вынос N, P, K культурами зерносвекловичного севооборота. Агрохимия. 1991. № 2. С. 27–35.
65. Ильин В. Б. Химический состав растений. Новосибирск, 1989. 134 с.
66. Ионова Л. П. Энергосберегающая технология выращивания сорго в условиях Астраханской области Успехи современного естествознания. 2010. № 4. С. 27–30.

67. Іваніна В. В., Сипко А. О., Сінчук Г. А. Біоенергетична продуктивність цукрового сорго залежно від умов азотного живлення. Біоенергетика. 2014. № 2. С. 25–27.

68. 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.

69. Іващенко О. О., Рудник–Іващенко О. І. Перспективи вирощування кукурудзи сорго. Хімія. Агрономія. Сервіс. 2011. № 12. С. 38–41.

70. Калашников Г. Н., Осипенко Л. Д. Сорго на засоленных почвах. Кукуруза и сорго. 1988. № 6. С. 32–33.

71. Каленська С. М. Збагачення рослинного біорізноманіття – шлях до подолання викликів людству. Цілі сталого розвитку третього тисячоліття: виклики для університетів наук про життя : матеріали Міжнар. Науково – практичної конференції. Київ, 2018. Т. 2. С. 231–234.

72. Каленська С. М., Гриннюк І. П. Особливості росту і розвитку рослин сорго залежно від видових, сортових особливостей та удобрення культури в умовах Правобережного Лісостепу України Зб. наук. праць Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2013. Вип. 17. С. 359–363.

73. Каленська С. М., Гринюк І. В., Каленський В. П. Соргові культури як джерело цінної сировини для виробництва біопалива: матеріали наукової конф. Бот. сад ім. Гришка: «Біологічні ресурси і новітні біотехнології виробництва біопалив», м. Київ, 9–11 вересня 2014. Київ, 2014. С. 33–36.

74. Каленська С. М., Гринюк І. П. Вплив доз мінеральних добрив та сортових особливостей на вихід цукру та біоетанолу із сорго цукрового в умовах Правобережного Лісостепу України Зб. наук. праць Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2012. Вип. 15. С. 207–211.

75. Каленська С. М., Найденко В. М. Економічна оцінка вирощування гібридів сорго зернового в умовах Лівобережного Лісостепу України. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2019. № 2 (78). URL: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.02.008>

76 Каленська С. М., Найдено В. М. Урожайність сорго зернового залежно від ширини міжрядь та системи удобрення. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2018. Вип. 26. С. 65–75.

77 Каленська С. М., Найдено В. М. Якісний склад зерна сорго залежно від елементів технології вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 105. С. 82–89.

78 Каленська С. М., Новицька Н. В., Черній В. П. Зернові культури – продовольча та енергетична безпека людства : матеріали наукової конф. Бот. сад ім. Гришка: «Біологічні ресурси і новітні біотехнології виробництва біопалив», м. Київ, 9-11 вересня 2014. Київ, 2014. С. 18-21.

79 Каленська С. М., Новицька Н. В., Юник А. В. *Найдено В.* Технології вирощування малопоширених перспективних культур комплексного використання : науково-практичні рекомендації щодо комплексу технологічних заходів. Київ : «КОМПРИНГ», 2017. 82 с.

80 Каленська С. М., Шевчук О. Я., Дмитришак М. Я. Рослинництво / за ред. О. Я. Шевчука. Київ : НАУУ, 2005. 502 с. С. 228–231.

81 Калетнік Г. М., Пришляк В. М. Біопаливо: ефективність його виробництва та споживання в АПК України: навч. посіб. Київ : Хай–Тек Прес, 2011. 310 с.

82 Каражбей Г. М. Значення сорго зернового як біоенергетичної культури. Зб. наук. пр. ІБКІЦБ. 2011. Вип. 12. С. 148–152.

83 Каражбей Г. М., Тегун С. В. Продуктивність сорго звичайного двокольного (*Sorghum bicolor* L.) залежно від рівня мінерального живлення та густоти стояння. Зб. наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. 2012. № 14. С. 67–70.

84 Каражбей Г. М., Шпак П. І., Козловська М. С. Формування продуктивності залежно від стабільності та пластичності сортів сорго зернового. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин, 2017. Т. 13, № 2. С. 150–154.

85 Каргин И. Ф., Таракин И. П., Кузнецов И. С, Сорго в Мордовии. Кукуруза и сорго. 2006. № 3. С. 20–24.

86 Киселева И. С. Фотосинтез в системе донорно–акцепторных связей в растении. Международная конференция «Физико–химические основы структурно–функциональной организации растений»: тезисы докладов (г. Екатеринбург, 06–10 октября 2008). Екатеринбург, 2008. С. 9–10.

87 Климович П. В. Вплив азотних добрив на врожайність сорго зернового. Матеріали Всеукр. наукової конференції молодих учених. Умань, 2006. С. 29–30.

88 Климович П. В. Эффективность доз и сроков застосування добрив під сорго зернове на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України : автореф. дис. канд. с.–г. наук : спец. 06.01.04 «Агрохімія» ННЦ Ін–т ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського. Харків, 2007. 22 с.

89 Климович П. В. Особливості засвоєння основних елементів живлення соргом зерновим. Матеріали Всеукр. наукової конференції молодих учених. Умань, 2007. С. 83.

90 Климович П. В. Продуктивність сорго зернового у Правобережному Лісостепу України залежно від удобрення. Агрохімія і ґрунтознавство : міжвідом. темат. наук. зб. Спецвип. до V з'їзду УТГА (липень 2006 р., м. Київ). Харків, 2006. Кн. 3. С. 64–65.

91 Климович П. В. Реакція сорго зернового на азотні добрива : Мат. наук. конф. Уманського ДАУ. Умань, 2007. С. 69–70.

92 Климович П. В. Умови азотного живлення рослин сорго зернового залежно від доз і строків внесення азотних добрив. Зб. наук. пр. Уманського ДАУ. 2006. С. 44–50.

93 Ключников Н. А., Бельтюков Л. П., Агафонов Е. В. Продуктивность зернового сорго в зависимости от минерального питания. Кукуруза и сорго. 2002. № 2. С. 22–23.

94 Ключников Н. А., Рыбалкин А. А., Исаков А. Я. Зерновое сорго Хазине ультрараннеспелое – в крайне засушливые районы. Кукуруза и сорго. 2001. № 6. С. 23–24.

95 Коваленко А. Технологія для сорго. Farmer. Київ : «АГП Медіа».

2014. № 3(51). С. 72–74.

96 Коваленко А., Коваленко О., Кізуб. Сорго – шляхи до збільшення виробництва зерна в посушливих умовах південного регіону. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції (20 грудня, 2012 р.). Рівне, 2012. С. 22–24.

97 Коломиец Н. Я. Интенсивность начального роста сорго – важный селекционный признак. *Селекция и семеноводство*. 2003. № 2. С. 25–27.

98 Коломієць Л. В. Продуктивність кукурудзи та сорго в сумісних посівах з іншими культурами в північному Степу України : автореф. дис. ... на здобуття наукового ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.12. Київ, 2006. 18 с.

99 Контролювання забур'яненості посівів сорго цукрового [Я. П. Макух, О. О. Іващенко, І. В. Шам та ін.] Наук. пр. ІБКіЦБ. 2013. Вип. 18. С. 93–95.

100 Костыря И., Самойленко А., Шевченко Т. Весна и лето на сорговом поле. *Зерно*. Киев : «Зерно». 2012. № 4(72). С. 77–79.

101 Кравцов В. А., Котова Н. М. Сорго – перспективная культура для кормопроизводства. *Кукуруза и сорго*. 2004. № 6. С. 21–22.

102 Крайсвітній П. А., Рій О. В., Кулик М. І. Енергетичні культури для отримання біопалива: додатковий прибуток для господарств *Хімія. Агрономія. Сервіс*. 2010. № 12. С. 40–43.

103 Красненков С. В. Реакция сорго на изменение температурного режима. Матеріали республіканської коорд.-метод. ради з проблем кормових ресурсів і кормовиробництва. «Зернофуражні, зернобобові і кормові культури». Вінниця, 1997. С. 26–27.

104 Краснінков С. В. Сорго і суданка зернова. Як вирощувати високі врожаї зернових культур у колективних і фермерських господарствах степової зони України. Дніпропетровськ, 1993. С. 24–26.

105 Криницька Л. А., Рось В. І. Стан і перспективи світового виробництва сорго (огляд іноземної літератури). *Таврійський науковий вісник*. Херсон : Айлант, 2000. Вып.15. С. 20–25.

106 Крылов А. В., Филатов В. И. Продуктивность и основные показатели

фотосинтетической деятельности зернового сорго в зависимости от нормы сева. Кукуруза и сорго. 2002. № 3. С. 21–24.

107 Куликов А.И. Оценка продуктивности сортов и гибридов сахарного сорго в условиях Нижнего Поволжья [Куликов А.И., Батова Е. С.] Селекция, семеноводство, технология возделывания и переработка сорго. Тез. докл. ВНИИ сорго. Зеленоград, 1999. С. 31.

108 Кузнецов В. П., Попов П. Д., Чаплыгин В. Н. Достоинства зернового сорго. Кукуруза и сорго. 1990. № 1. С. 8–10.

109 Курило В. Л., Герасименко Л. А. Продуктивність сорго цукрового для виробництва біопалива залежно від строків сівби та глибини загортання насіння. Цукрові буряки. 2012. № 1. С. 14–15.

110 Лапа О. М., Свиридов А. М., Щербаков В. Я. Вирощування зернового сорго в умовах України. Київ : Глобус–Принт, 2008. С. 52–59.

111 Лапа О. М., Свиридов А. М., Щербаков В. Я., Фарафонов В. А. Вирощування зернового сорго в умовах України. Одеса, 2008. 36 с.

112 Лихочвар В. В. Практичні поради з вирощування зернових та зернобобових культур в умовах Західної України. Львів : «Українські технології», 2001. С. 66–69.

113 Лихочвар В. В. Рослинництво : підруч. Сучасні технології вирощування основних польових сільськогосподарських культур. Львів : «Українські технології», 2006. С. 264 – 272.

114 Лихочвар В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів : Українські технології. 2006. 730 с.

115 Лихочвар В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво [20 зернових культур] : навч. посіб. для студ. вищ. аграр. закл. освіти I–IV рівнів акредитації, що вивч. дисципліну "Рослинництво". Львів : «Українські технології», 2008. 624 с.

116 Лісовал А. П., Макаренко В. М., Кравченко С. М. Система застосування добрив. Київ : Вища школа. 2002. 317 с.

117 Лопушняк В. І. Зміна фосфорного режиму темно-сірого опідзоленого ґрунту під впливом різних систем удобрення. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв. 2014. Вип. 3. С. 139–145.

118 Лунгу В. Рекомендации по оптимизации питательных режимов почв при возделывании сахарного сорго, предназначенного для производства возобновляемых энергоресурсов. Chisinau : Pontos, 2009. 36 с.

119 Мазка Л. Ф. Основы технологии выращивания высоких урожаев сорго. Основы технологии производства зерна на поливе. К. : Южное отделение ВАСХНИЛ, 1980. 92 с.

120 Макаров Л. Х. Соргові культури : монографія. Херсон : Айлант. 2006. 264 с.

121 Макаров Л. Х., Скорий М. В. Соріз (технологія, селекція, насінництво, переробка) : монографія. Херсон : Айлант, 2009. 224 с.

122 Малиновская Е. В., Гулов Я. А. Влияние плотности посева и межгенотипической конкуренции на продуктивность зернового сорго. Кукуруза и сорго. 2006. № 2. С. 23– 24.

123 Малиновский Б. Н. Особенности выращивания сорго на Северном Кавказе. Ростов–на–Дону, 1994. 212 с.

124 Мангуш П. Я. Основные направления развития исследований по сорго. Кукуруза и сорго. 1996. № 2. С. 2–3.

125 Марчук І. У., Бикіна Н. М., Бордюжа Н. П. Діагностика живлення рослин : підруч. Київ. : КОМПРИНТ, 2017. 268 с.

126 Марчук І. У., Савчук А. В., Філонов Е. А. Добрива та їх використання: довідник. Київ: Арістей, 2013. 207 с.

127 Марчук Т. П., Ефремов А. Л. Почвоведение с основами растениеводства : учеб. пособие. Гордо. 2006. URL: http://ebooks.grsu.by/pochva_s_osn_rast/glava-6-zernovye-bobovye-kultury.htm

128 Маслак О. Перспективне сорго. Агробізнес сьогодні. К., 2011. №11 (210). С. 12–15.

129 Материнська О. А. Економічна ефективність виробництва зернових

культур сільськогосподарських підприємствах. *Ефективна економіка*. 2013. № 11. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2521>

130 Махортов Ю. А. Еколого–економічна оцінка системи застосування мінеральних добрив. *Вісник аграрної науки*. 2001. № 7. С. 64–66.

131 Мельник С. І., Муляр О. Д., Кочубей М. Й., Технологія виробництва продукції рослинництва : навч. посіб. Ч. II. К. : Аграр. освіта, 2010. 405 с.

132 Минакова О. А., Александрова Л. В., Мельникова М. Г. Динамика фосфатного режима чернозема выщелоченного при длительном применении удобрений в зернопаропропашном севообороте лесостепи ЦЧР . *Агрохимия*. 2013. № 5. С. 9–17.

133 Мунтян Т. А. Сорго – культура универсального использования.

134 Найденко В. М. Особливості формування елементів структури врожаю сорго зернового залежно від ширини міжрядь та удобрення. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Т. 15, № 3. С. 288–295.

135 Найденко В. М. Формування площі листової поверхні сорго зернового залежно від мінеральних добрив. «Рослинництво ХХІ століття: виклики та інновації». До 120–ти річчя кафедри рослинництва НУБіП України. III Міжнародна науково–практична конференція, м. Київ, 25–26 вересня 2019 року, тези доп. Київ, 2019. С. 161–163.

136 Немгиров Д. В., Оконов М. М. Сорговые культуры на черноземах Калмыкии. *Кормопроизводство*. 2004. № 4. С. 23–25.

137 Носко Б. С. Удобрення польових культур при інтенсивних технологіях вирощування. Київ : *Урожай*. 1991. С. 30–57.

138 Носко Б. С., Христенко А. О. Діагностика мінерального живлення. Удобрення польових культур при інтенсивних технологіях вирощування. Київ : *Урожай*. 1990. С. 31–61.

139 Обаян А. С., Коломиец Н. Я. Сорго выгодная культура. *Земледелие*. 2006. № 4. С. 31.

140 Овсієнко І. А. Особливості формування урожайності зерна сорго залежно від строків сівби. *Сільське господарство та лісівництво*. 2015. №2

С. 21–28.

141 Олексенко Ю. Ф. Технология возделывания сорго. Київ: Урожай, 1989. 31 с.

142 Основи наукових досліджень в агрономії [під ред. В. О. Іщенка]. Київ : Дія, 2005. 288 с.

143 Основні економічні показники виробництва продукції сільського господарства в сільськогосподарських підприємствах за 2015 рік : статистичний бюлетень [відп. за вип. О. М. Прокопенко]. К., 2016. 48 с.

144 Особенности минерального питания кормового сорго [А. В. Дронов, В. В. Дьяченко, Е. В. Немцов и др. [Агрохимический вестник: 2007. № 1. С. 24–25.

145 Остапенко М. А., Самойленко А. Т., Самойленко В. В. Сорго на зерно в умовах Присивашся. Бюлетень інституту зернового господарства. 2005. № 26–27. С. 104–109.

146 Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Каленська С. М., Єрмакова Л. М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин : підручник. Вінниця. 2013. 724 с.

147 Патики В. П., Коць С. Я., Волкогон В. В. Біологічний азот [за ред. В. П. Патики]. Київ: Світ, 2003. 424 с.

148 Пащенко Ю. М., Андрієнко А. Л. Густота стояння рослин гібридів сорго в умовах північного Степу України. Бюл. ІЗГ. 2003. № 20–25. С. 17–25.

149 Перелік пестицидів і агрохімікатів дозволених до використання в Україні, офіційне видання, 2015 р. URL: <http://agrosience.com.ua>

150 Пойда В. Б. Сорго и его возможности для адаптивного земледелия. Плодородие почв и управление его составляющими. 2000. № 6. С. 9–83.

151 Присяжнюк О. І., Каленська С. М., Сторожик Л. І., Музика О. В. Порівняння міжнародних та вітчизняних шкал росту та розвитку рослин роду сорго (*Sorghum*) : методичні рекомендації. Київ : Нілан-ЛТД, 2019. 32 с.

152 Присяжнюк О. І., Сторожик Л. І. Екологічна пластичність сортів сорго зернового. *Новітні агротехнології*. 2019. № 7. URL:

<http://jna.bio.gov.ua/article/view>

- 153 Програма «Зерно України 2008–2015» Мінагрополітики України. Департамент ринків рослинництва. Київ, 2007. 38 с.
- 154 Продуктивність сортів та гібридів сорго цукрового залежно від рівня удобрення [В. Л. Курило и др.] Цукрові буряки. Київ : «Атопол». 2012. № 5 (89). С. 11–13.
- 155 Пронько В. В. Удобрения под сорго. Кукуруза и сорго. 1992. № 2. С. 12–13.
- 156 Радченко М., Маслак О., Полежай О. Сорго: невикористаний потенціал. *Agroexpert*. 2011. № 5. С. 22–26.
- 157 Раева С. А. Производство зернового сорго в Ростовской области Кукуруза и сорго. 2005. № 6. С. 12 – 14.
- 158 Рахметов Д. Б. Корабльова О. А., Андрущенко О. Л. Каталог рослин відділу нових культур. Київ, : Фітосоціоцентр, 2015. 112 с.
- 159 Рахметов Д. Б., Ревунова Л. Г., Стаднічук Н. О. Інтродукція та селекція цукроносних енергетичних рослин як сировина для виробництва біоетанолу в Україні. Матеріали міжнар. Наук-практ. конф. «Стан і перспективи вирощування та використання енергетичних культур». Миколаїв, 2013. С. 56–57.
- 160 Рахметов Д. Б., Ревунова Л. Г., Шиманська О. В. *Sorghum saccharatum* L. Moench – перспективне джерело біоетанолу. Матеріали наук. конференції «Біологічні ресурси і новітні технології виробництва біопалив». К. : Фітосоціоцентр, 2014. С. 70–73.
- 161 Рослинництво : практикум / за ред. О. І. Інченка. Вінниця : Нова книга, 2008. 536 с.
- 162 Рудник–Іващенко О. І. Просо. Особливості біології, фізіології, генетики : [монографія]. Інститут цукрових буряків, УААН. К. : Колобів, 2009. 160 с.
- 163 Рудник–Іващенко О. І., Сторожик Л. І. Стан і перспективи соргових культур в Україні. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2011. Вип. 10. С. 198– 206.

- 164 Самойленко А., Шевченко Т. Сорти сорго та напрямки його використання. *Agroexpert*. 2009. № 6. С. 8–12.
- 165 Самойленко А., Шевченко Т. Технологія вирощування сорго. *Agroexpert*. 2009. № 5. С. 14–16.
- 166 Свиридов А. М., Барбарук В. Т., Фарафонов В. А. Скоростиглі гібриди сорго Пропозиція. 2006. № 5. С. 44–45.
- 167 Система удобрения в севообороте : методическое пособие и справочный материал для самостоятельной работы при разработке курсового проекта для студентов агрономических специальностей очного и заочного обучения [ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова"]; сост. В. П. Белоголовцев, Т. Я. Палагина. 2–е изд., перераб. и доп. Саратов, 2005. 76 с.
- 168 Сичук Л. В. Виробництво біопалива: вплив мінеральних добрив та ширини міжрядь на продуктивність цукрового сорго. *Цукрові буряки*. 2012. №4. С. 15–16.
- 169 Собко О. О., Філіп'єв І. Д. Ефективність добрив залежно від густоти посіву сорго в умовах зрошення. *Вісник с.-г. науки*. 1978. № 9. С. 28–32.
- 170 Соловьев А. В. Вынос основных элементов минерального питания растениями проса. *Зерновое хозяйство*. 2005. № 7. С. 16–18.
- 171 Соловьев А. В., Каюмов М. К. Зависимость урожайности зернового сорго от влагообеспеченности посевов. *Зерновое хозяйство*. 2006. № 5. С. 24.
- 172 Соловьев А. В., Каюмов М. К. Оптимизация структуры посевов сорго в Поволжье. *Зерновое хозяйство*. 2006. № 7. С. 26–28.
- 173 Соловьев А. В., Каюмов М. К. Расчет доз удобрений под сорго. *Зерновое хозяйство*. 2006. № 6. С–8ч. Соргові культури: технологія, використання, гібриди та сорти [А. В. Черенков, М. С. Шевченко, Б. В. Дзюбецький та ін.]. Дніпропетровськ : Центр наукового забезпечення агропромислового виробництва Дніпропетровської області, 2011. 63 с.
- 174 Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві : монографія [В. О. Ушкаренко]. Херсон : Айлант, 2013. 410 с.
- 175 Танчик С. П., Мокрієнко В. А., Скалій І. М. Новітні елементи в

технологіях вирощування сорго. Хімія. Агрономія. Київ : «Дельта–Агро», 2009. № 19–20 (287–288). С. 48–50.

176 Тараріко Ю. О. Біоенергетичне аграрне виробництво в Лісостепу України. Вісник аграрної науки. 2011. № 7. С. 9–13.

177 Тахтаров В. П. Основная обработка почвы под сорго. Земледелие. 2003. № 2. С. 25–26.

178 Ткачик С. О., Присяжнюк О. І., Лещук Н. В. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина. 4-те вид., випр. і доп. Вінниця : «Корзун Д. Ю.», 2016. 118 с.

179 Токаренко В. Н., Белецкий А. С., Барановский А. В. Рекомендации по технологии возделывания сорговых культур. Луганск: Луганское областное управление статистики, 2001. 19 с.

180 Тохтарев В. П. Предуборочная десикация сорго. Кукуруза и сорго. 2006. № 4. С. 18–19.

181 Тохтаров В. П. Продуктивность и питательность сорговых культур. Кукуруза и сорго. 1992. № 3. С. 29–30.

182 Тохтаров В. П. Сорго: предшественник, удобрение, обработка почвы. Кукуруза и сорго. 2004. № 5. С. 22–24.

183 Тохтаров В. П. Сроки посева сорго. Кукуруза и сорго. 1986. № 2. С. 19–20.

184 Транслітерація: Ermantraut E. R., Gopcij T. I., Kalenska S. M., Krivoruchenko R. V., Tupchinova N. P. & Prisjahnjuk O. I. (2014). Metodika selekciijnogo eksperimentu (u roslinnictvi). [Method of selection experiment (in plant growing)]. Harkiv. [in Ukrainian]

185 Фарафонов В. А. Сорго – потенційно стратегічна культура. Хімія. Агрохімія. Сервіс. 2003. № 17. С. 4.

186 Фарафонов В. А., Зозуля О. Л. Сорго завойовує світ. Агроном. 2007. № 1. С. 24.

187 Федорович Г. Т. Урожайність і якість сориту залежно від ланки

сівозміни, строку сівби та системи живлення в умовах Півдня України : автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09«Рослинництво». Херсон, 2010. 20 с.

188 Федорчук М. І. Онищенко С. О., Мринський І. М. Результати інтродукції нових біоенергетичних рослин на дослідному полі Херсонського державного аграрного університету. *Таврійський науковий вісник*. Херсон : «Грінь Д. С.» 2012. Вип. 80. С. 315–318.

189 Федорчук М. І., Коковіхін С. В., Каленська С. М. Наукове обґрунтування інноваційної еколого-безпечної технології вирощування і переробки сорго для забезпечення альтернативних джерел енергії : монографія. Херсон : «Бояркін Д. М.», 2018. 267 с.

190 Федорчук М. І., Коковіхін С. В., Каленська С. М. Агротехнологічні аспекти вирощування енергетичних культур в умовах півдня України : навч посіб.– Херсон : «Бояркін Д. М.», 2016. 162 с.

191 Федорчук М. І., Коковіхін С. В., Каленська С. М. Науково–теоретичні засади та практичні аспекти формування еколого–безпечних технологій вирощування та переробки сорго в степовій зоні України. Херсон, 2017. 208 с.

192 Федорчук М. І., Коковіхін С. В., Каленська С. М. Науково–теоретичні засади та практичні аспекти формування еколого – безпечних технологій вирощування та переробки сорго в степовій зоні України : монографія. Херсон : «Бояркін Д. М.», 2016. 267 с.

193 Федорчук М. І., Коковіхін С. В., Каленська С. М., Рахметов Д. Б., Агротехнологічні аспекти вирощування енергетичних культур в умовах півдня України. Херсон 2017. 129 с.

194 Ходеева Л. П. Вынос и потребление азота, фосфора и калия в связи с применением удобрений на черноземе типичном Левобережья Украины. *Вестник науки и техники*. 1997. Вып. 1. № 10. С. 81–90.

195 Ходеева Л. П. Оптимизация питательного режима почвы в зависимости от применения удобрений. *Вестник аграрной науки*. 1998. 2 с.

- 196 Царев А. П., Денисов Е. П., Шурыгин В. Г. Сорго как фитомелиорант. Кукуруза и сорго. 2001. № 5. С. 15–16.
- 197 Царев А. П., Королев В. Ф., Хуснетдинова 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.
- 198 Царев А. П., Костина Г. И., Хуснетдинова Т. Г. Новые сорта сорго – дополнительный резерв получения фуражного зерна и крупы в Поволжье. Кукуруза и сорго. 2001. № 1. С. 20 – 21.
- 199 Черенков А. В., Остапенко М. А., Самойленко А. Т. Сорго на зерно в умовах Південного Степу України. Агроном. 2006. № 3. С. 36– 38.
- 200 Черенков А. В., Шевченко М. С., Дзюбецький Б. В. Соргові культури: технологія, використання, гібриди та сорти. Дніпропетровськ, 2011. 63 с.
- 201 Черненко А. В., Остапенко М. А., Пергаєв О. А. Сорго – резерв кормової бази в посушливих умовах Присивашся. Бюлетень інституту зернового господарства. 2005. № 26–27. С. 169–171.
- 202 Шепель М. А. Соргові культури просяться на лани України. 2004 №6. С. 54–55.
- 203 Шорин П. М. Перспективы возделывания сорго в предгорьях Северного Кавказа Кукуруза и сорго. 2001. № 5. С. 14–15.
- 204 Шпаар Д., Драгер Д., Каленская С. М. Зерновые культуры – выращивание, уборка, хранение и использование. Київ: «Зерно», 2012. 704 с.
- 205 Шпаар Д., Драгер Д., Каленська С., Рахметов Д. Возобновляемые растительные ресурсы. Санкт–Петербург–Пушкин, 2006.Т. 1. 415 с.
- 206 Шукайло С. П. Продуктивність і якість зерна сорізу під впливом мінеральних добрив на півдні України : автореф. дис. ... на здобуття наукового ступеня канд. с.–г. наук: 06.01.09. Херсон, 1999. 16 с.
- 207 Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення : підручник : за ред. Дж. Хофмана, Д. Мельничука, М. Городнього. Київ : Арістей, 2004. 488 с.

208 Яланський О. В., Самойленко А. Т., Федоренко Е. М Насінництво соргових культур. Агробізнес сьогодні. 2014. № 4. С. 12–18.

209 Янишевский, Ф.В. Баланс питательных веществ при многолетнем применении минеральных удобрений Ф.В. Янишевский, В.В. Прокошев, В.А. Паниткин Повышение плодородия почв и продуктивности сельского хозяйства при интенсивной химизации. М.: Наука, 1983. С.59–69.

210 Янкелевич Р. К., Юровский Р. Ф. Влияние норм внесения азотного удобрения на продуктивность сорго Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений. Материалы международной научно–практической конференции : отв. ред. И. Р. Вильдфлуш. Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. 2003. Ч. 2. С. 357 – 359.

211 Alagarswamy G., Ritchie J. T. Phasic development in CERES–Sorghum model. Alagarswamy G, Ritchie, J T Predicting crop phenology. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 1991. Pages P. 143–152.

212 Almodares A., Hadi M. R., Ranjbar M., Taheri R. The effects of nitrogen treatments, cultivars and harvest stages on stalk yield and sugar content in sweet sorghum. Asian J. Plant Sci. 2007. Vol. 6, Iss. 2. P. 423–426. URL: <https://doi.org/10.3923/ajps.2007.423.426>

213 Anon. Sorgo da granella (Sorghum vulgare o Sorghum bicolon). Terra e vita. 1987. T. 28, № 9. P. 89–90.

214 Aruna C., Audilakshmi S. (2008) Reproductive biology and breeding behavior of sorghum. In: Rreddy BVS, Ramesh S.? Ashok Kumar A., Gowda CLL (eds) Sorghum Improvement in the New Millennium. International Crops Research Institute for the Semi–Arid Tropics.? Patancheru, Andhra Pradesh, India, ,2008 pp. P. 28–30.

215 Berenji, J., and Dahlberg J. (2004) Perspectives of sorghum in Europe. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 2004.1905, P. 332–338.

216 Biomass yield and changes in chemical composition of sweet sorghum cultivars grown for biofuel [Y. L. Zhao, A. Dolat, Y. Steinberger and other]. Field

Crops Res. 2009. Vol. 111,. № 1–2. P. 55–64.

217 Bohnert, H. J., Nelson, D. E., and Jensen, R. G. (1995) Adaptations to environmental stresses. *Plant Cell*. 1995, N 7, P. 1099 – 1111. URL: <https://doi.org/10.2307/3870060>

218 Booncho S. Fukai S., Hetherington S. Barley yield and grain protein concentration as affected by assimilate and nitrogen availability. S. Booncho, S. Fukai, S. Hetherington. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1998, Vol. 49 : N 4. P. 695 – 706.

219 Boiko M. O. The impact of crop density and sowing time on the yield structure of grain sorghum hybrids. *Sciences of Europe : Global science center LP*. 2016. Vol. 4, № 5. P. 62–65.

220 Caravetta G., Cherney J., Johnson K. Within–row spacing influence on diverse sorghum genotypes: I. Morphology; *II Dry matter yield and forage quality Agronomy journal*. 1990. Vol. 82, № 2. P. 206–215.

221 Carter, P. R., Hicks, D. R., Oplinger E. S., J.D. Doll J. D., L.G. Bundy, R.T. Schuler and B.J. Holmes. 1989. Grain sorghum (milo). In: *Alternative field crops Manual* (accessed May 18,2006).

222 Chapin F S. The mineral nutrition of vied plants. *Ann. Rev. Ekol. Syst*. 1980. № 11. P. 233–260.

223 Comparative Study of Combustion Properties of Five Energy Crops and Greek Lignite [E. Karampisin, D. Vamvuka, S. Sfakiotakisetal]. *Energy&Fuels*. 2012. № 26 (2). P. 869–878. URL: <http://www.researchgate.net/publication/224437353>

224 Crasta, O. R., Rosenow, D. W. T.et al. (1999) Mapping of postflowering drought resistance traits in grain sorghum: associationg between QTL influencing premature senescence end maturity. *Molecular General of Genetics*. 1999, Vol. 262., P. 579–588. <https://doi.org/10.1007/s004380051120> FAOSTAT URL: <http://faostat.fao.org>

225 Enrichment of field crops biodiversity in conditions of climate changing [S. Kalenska, O. Yeremenko, N. Novictska, A. Yunyk, L. Honchar, V. Cherniy, T. Stolayrchuk, V. Kalenskyi, O. Scherbakova, A. Rigenko.]. 9th International

Conference on Biosystems Engineering: Book Of Abstracts. 2018 Tartu, Estonia. 2018: Estonian University of Life Sciences. P. 98.

226 Ferraris R. A., Charles–Edwards D. A. Comparative analysis of the growth of sweet and forage sorghum crops. II. Accumulation of soluble carbohydrate and nitrogen. *Aust. J. Agric Res.* 1986. Vol. 37, № 5. P. 513–522.

227 Gerik T., Bean B., and Vanderlip R. 2003. Sorghum growth and development. Texas Cooperative Extension. 2003. B–6137. URL: <http://publications.tamu.edu>

228 Grenier C., Hamon P. and Bramel–Cox, P. J. (2001) Core collection of sorghum: I. Stratification based on ecogeographical date. *Crop. Science*, 2001. Vol. 41., P. 234– 240. URL: <https://doi.org10.2135/cropsci20001.411234x>

229 Hector D., Fukai S., Yoyne P. Adapting a barley growth model to predict grain protein concentration for different water and nitrogen availabilities D. Hector, S. Fukai, P. Yoyne *Australian Society of Agronomy Inc.*; Toowoomba. Australia. 1997. P. 117 – 121. URL: <https://doi.org10.1111/j.1439-037x.2004.00102.x>

230 Kalenska S. Bioresource potential of Ukraine in settling of production and energy security. *Науковий вісник НУБіП України. Серія «Агрономія»*. К., 2012. Вип. 176. P. 25 – 33.

231 Kalenska S., Kalenskiy V., Kachura I., Kovalenko N. Plant resources of Ukraine in solving of food and energy security. *Rolnictwo, gospodarka, obszary wiejskie – 10 lat w Unii Europejskiej*, Warszawa : Wydawnictwo SGGW, 2014. P. 147–157.

232 Kelley J. Grain sorghum production handbook: Growth and development. University of Arkansas Cooperative Extension Service. MP 297. Web sources verified 020516. 150409135816. URL: <http://www.uaex.edu>.

233 Lakhdive B. A. Effect of micronutrient containing fertilizers on sorghum yield. – *Indian J. Agron.* 1979. Vol. 24. – № 2. – P. 227–228.

234 Mississippi State University. 2014. Sorghum production in Mississippi: What are the growth stages for grain sorghum? URL: <http://msucare.com>. 2014

235 Morey R. V., Hatfield D. L., Sears R. Fuel properties of biomass

feed streams at ethanol plants URL:
[http://www.biomasschpethanol.umn.edupapers/Fuel%20Property/%20Paper_Published_Online_Jan%2030_2009 /pdf](http://www.biomasschpethanol.umn.edupapers/Fuel%20Property/%20Paper_Published_Online_Jan%2030_2009/pdf).

236 Myer R. O., Gorbet O. W., Combs G. E. Nutritive value of high and low tannin grain sorghums harvested and stored in the high – moisture state for growing finishing swine. *Journal of Animal Science*. 1986.; Vol. 62(3) : . P. 1290–1297.

237 Pendleton, Bonnie B., George L. Teetesand Roy D. Parker. 2000. Quantifying Texas sorghum growers' use of IPM for insect pests. South western Entomologist. 2000. Vol. 25. P.: 39–53.

238 Petrenko V., Spychaj R., Prysiashniuk O. Evaluation of three wheat species (*Triticum aestivum* L. *T. spelta* L., *T. dicoccum* (Schrank) Schuebl) commonly used in organic cropping systems, considering selected parameters of technological quality. ROMANIAN AGRICULTURAL RESEARCH., 2018. NO. 35., P. 9. 2018 First online: March, 2018. DII 2067-5720 RAR 2018–9.

239 Practical Morphology of Grain Sorghum and Implications for Crop Management DOI: [10.2134 : agronmonogr 5 8.2014.0061](https://doi.org/10.2134/agronmonogr58.2014.0061)

240 Agronomy Monographs, Sorghum: State of the Art and Future Perspectives, 58 *AGRO вісник. Україна*. 2006. № 11–12. С. 29–31.
 URL: <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.3.2019.181086>

241 Pre-anthesis ovary development determines genotypic differences in potential kernel weight in sorghum [Z. Yang, E. J. Oosterom, D. R. Jordan and others]. *Journal of Experimental Botany*. 2009. Vol. 60 (4). P. 1399–1408.

242 Rajvanshi A. K., Nimkar N. Sweet sorghum at the Nimbkar Agricultural Research Institut (NARI). Maharashtra, India, 2008. 244 p.

243 Rao S. S, Seetharama N., Kiran Kumur K. A., and Vanderlip R. L., Characterization of Sorghum Growth Stages, NRCS. Bulletin Series no. 14, National Research Center for Sorghum, Rajendranagar, Hyderabad, 2004, Series no. 14, 500030, (AP), India. 20 pp.

244 Reddy Sanjana Reddy P. Sorghum P., Sorghum bicolor (L.) Moench. Millets and Sorghum,. 2017. 1–48. URL: <https://doi.org/10.1002/978119130765.ch1>

245 Reddy, P. S., Patil, J. V., and Krishna, T. P. (2014) Response of diverse groups of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes to low temperature stress at anthesis. *Indian Journal of Genetics.*, 2014. Vol. 74 (4), P. 444–449. URL: <https://doi.org/10.59580975-6906.2014.00868.2>

246 Saballos A. Development and utilization of sorghum as a bioenergy crop. In: W. Vermerris (eds). *Genetic Improvement of Bioenergy Crops*. New York, NY, U.S.A., Springer Science and Business Media. LLC, New York, NY, U.S.A., 2008. P. 211–248. W. Vermerris (eds). URL: https://doi.org/10.1007/978-0-387-70805-8_8

247 Sanjana Reddy P, Bhagwat V. R., 2017. Breeding for Insect Resistance in Sorghum and Millets In: *Breeding Insect Resistant Crops for Sustainable Agriculture*, Springer publications, Springer Nature Singapore Pte Ltd. (ISBN 978-981-10-6055-7, ISBN 978-981-10-6056-4 (eBook), p. 231–264. DOI: [10.1007/978-981-10-6056-4](https://doi.org/10.1007/978-981-10-6056-4))

248 Sarig S., Kapubini G., Nur I. Response of non-irrigated *Sorghum bicolor* to asospirillum inoculations. *Expl. Agr.* 1984. Vol. 20. P. 59–66.

249 Sarreira Jose, Sarreira Tomas., Monteiro Tomas, Bohumil Havrland Bohumil, Tatiana Ivanova Tatiana. Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Bioenergy Value Importance for Portugal. *AGRICULTURA TROPICA ES SUBTROPICA*, 2012. Vol. 45. P. 12–19 URL: <https://doi.org/10.2478/v10295-012-0002-y>

250 Smith C. W., and Frederiksen R. A. *Sorghum: Origin, History, Technology, and Production.*, John Wiley & Sons, New York., 2000. 840 p.

251 *Sorghum Improvement for Yield* URL: *Agronomy Monographs*, *Sorghum: State of the Art and Future Perspectives*, 58 DOI: [10.2134. agronmonogr58.2014.0055](https://doi.org/10.2134.agronmonogr58.2014.0055)

252 State register of plant varieties suitable for dissemination in Ukraine in 2019. Retrieved from URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5cf9069a12a12t83.pdf> [in Ukrainian]

253 Steiner J. L. Dryland grain sorghum water use, light interception, and

growth responses to planting geometry. 1986. Vol. 78, Iss. 4. P. 720–726. URL: <https://doi.org/10.2134/agronj-1986.00021962007800040032x>

254 Storozhyk L. I Agrobiological background for the development of agrophytocenoses of bioenergy crop sugar sorghum in the Stepper and Forest–Steppe of Ukraine. (2016). Nationaly Scintific Center «Institute of Agricultur NAAS of Ukraine», Kyiv, Ukraine. 45. [in Ukrainian]

255 The effects of nitrogen treatments, cultivars and harvest stages on stalk yield and sugar content in sweet sorghum [A. Almodares, M. R. Hadi, M. Ranjbar, R. Taheti and other]. *Asian journal of plant sciences*. 2007. № 6(2). P. 423–426.

256 Traore S., Lindquist J., Mason S. Comparative ecophysiology of grain sorghum and *Abutilon theophrasti* in monoculture and in mixture. *Weed research*. 2002. Vol. 42, № 1. P. 65–75.

257 Zhao D., Reddy K. Raja, Kakani Vijaya Gopal, Reddy V. R. Nitrogen deficiency effects on plant growth, leaf photosynthesis, and hyperspectral reflectance properties of sorghum. D. Zhao, K. Raja Reddy, Vijaya Gopal Kakani, V.R. Reddy *European Journal of Agronomy*. 2005. Vol. 22, № 4. 2005. P. 391–403.

258 Prospects of sorghum (*sorghum moench*) bioenergetic potential in Ukraine [S. Kalenska, J. Rakhmetov, V. Kalenskiy, A. Iunyk, I. Kachura, I. Grynyuk, V. Makareviciene, E. Sendzikiene]. *Proceedings of the Intern . Scientific Conference « Rural Development 2013: Innovations and Sustainability»*, 28–29. 11. 2013, Kaunas. Kaunas : Akademija. 2013. Vol. 6. Issue 3., ISSN 1822–3230 P. 60 – 64.

ДОДАТКИ

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових фахових виданнях України:

1. Каленська С. М., **Найденко В. М.** Урожайність сорго зернового залежно від ширини міжрядь та системи удобрення. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2018. №26. С. 67–75. *(Здобувачем проведено експериментальні дослідження, узагальнено та проаналізовано результати щодо врожайності сорго зернового, підготовлено матеріали до друку).*

2. Каленська С. М., **Найденко В. М.** Якісний склад зерна сорго залежно від елементів технології вирощування. Таврійський науковий вісник. 2019. Вип. 105. С. 82–89. *(Здобувачем проведено лабораторні дослідження, проаналізовано результати щодо якісного складу зерна сорго, підготовлено статтю до друку).*

3. Бикін А. В., Антал Т. В., **Найденко В. М.** Фенологічні особливості сорго зернового залежно від впливу елементів технології вирощування. Таврійський науковий вісник. 2019. Вип. 107. С. 12–21. *(Здобувачем проведено польові і лабораторні дослідження, проаналізовано результати щодо фенологічних особливостей сорго зернового, підготовлено матеріали до друку).*

Статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних

4. Найденко В. М. Особливості формування елементів структури врожаю сорго зернового залежно від ширини міжрядь та удобрення. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Т. 15, №3. С. 288–295.

5. Каленська С. М., **Найденко В. М.** Економічна оцінка вирощування гібридів сорго зернового в умовах Лівобережного Лісостепу України. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2019. №2 (78). URL: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.02.008> *(Здобувачем проведено експериментальні дослідження, узагальнено та*

проаналізовано економічні показники сорго зернового, підготовлено статтю до друку).

Науково-практичні рекомендації

6. Каленська С. М., Новицька Н. В., Юник А. В., Каленський В. П., Гончар Л. М., Жовтун М. В., Черній В. П., Степаненко. Ю.П., Найденко В., Стерура І., Мазуренко Б. Технології вирощування малопоширених перспективних культур комплексного використання (Науково-практичні рекомендації щодо комплексу технологічних заходів К., 2017. 82 с.

Тези наукових доповідей:

7. **Найдено В. М.**, Каленська С. М. Стан і перспективи вирощування сорго зернового в умовах Лівобережного Лісостепу України та світі. Інноваційний розвиток АПК України: проблеми та їх вирішення: Міжнародна науково-практична конференція присвячена пам'яті декана агробіологічного факультету М. Ф. Рибак, м. Житомир, 19–20 листопада 2015 року: тези доповіді. Житомир, 2015. С. 86–89. *(Здобувачем особисто проаналізовано стан та перспективи вирощування досліджуваної культури, підготовлено матеріали до друку).*

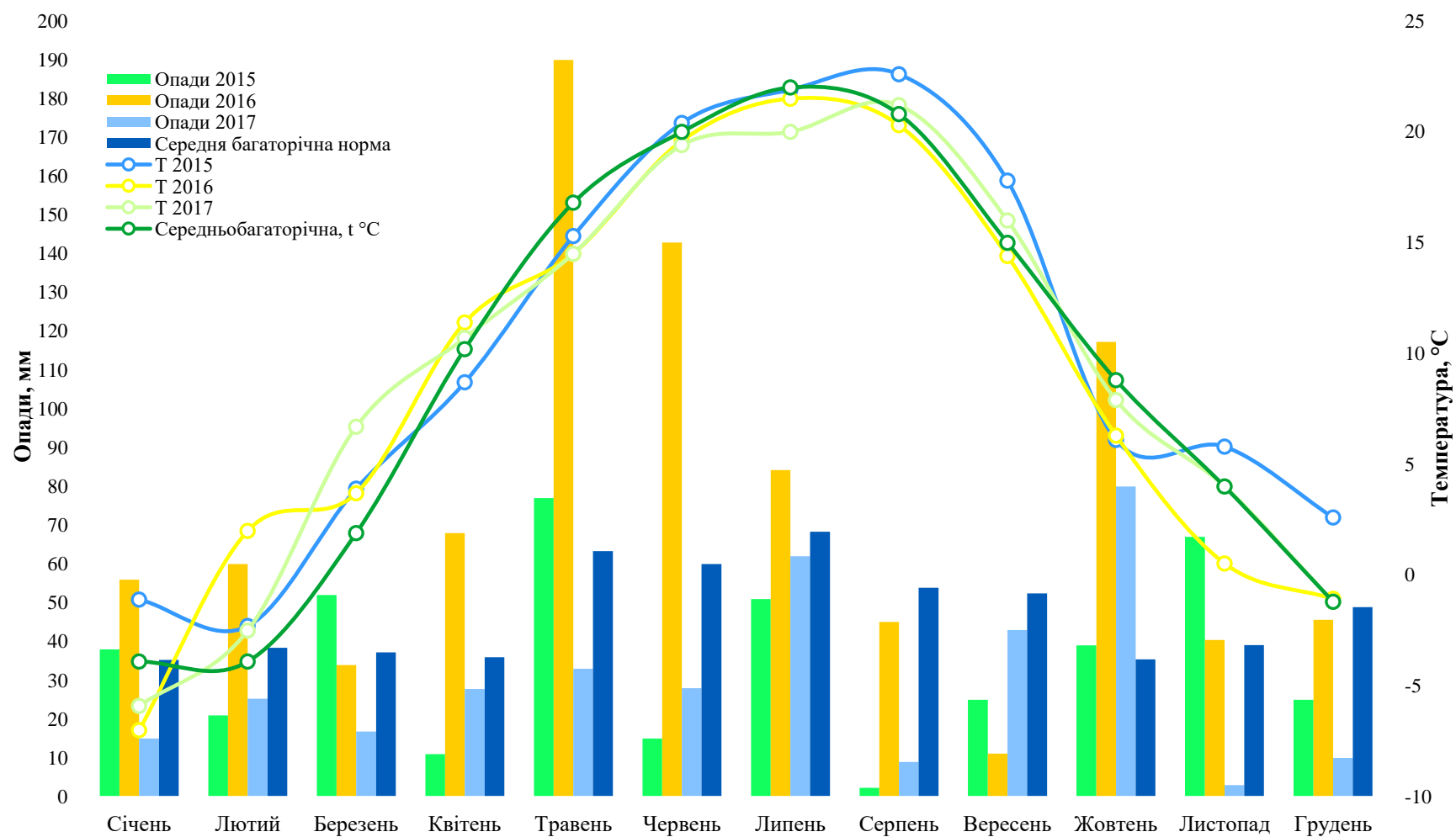
8. Каленська С. М., **Найдено В. М.** Якість зерна гібридів сорго зернового залежно від ширини міжрядь та норми добрив. Інновації в освіті, та науці та виробництві: Міжнародна науково-практична відео-онлайн конференція, м. Київ, 23–24 листопада 2017 року. *(Здобувачем проведено лабораторні дослідження, аналіз результатів щодо якісних показників зерна сорго, підготовлено матеріали до друку)*

9. **Найдено В. М.** Формування площі листкової поверхні сорго зернового залежно від мінеральних добрив. Рослинництво ХХІ століття: виклики та інновації. До 120-ти річчя кафедри рослинництва НУБіП України. ІІІ Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 25–26 вересня 2019 року: тези доповідей. К., 2019. С.161–163.

10. Каленська С. М., **Найдено В. М.** Особливості удобрення сорго зернового на темно-сірих опідзолених ґрунтах. Родючість ґрунтів як основа

ефективного земле-користування: Всеукраїнська науково практична конференція, присвячена Всесвітньому дню ґрунтів, м. Київ – 10–11 грудня 2019 року: тези доповіді. К., 2019. С 53–54 (*Здобувачем визначено і проаналізовано особливості удобрення культури на темно сірих-опідзолених ґрунтах*).

Додаток Б



Додаток В
Таблиця В. 1

Якісний склад зерна по досліді у 2015 році						
Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Норма внесення добрив, кг/га, (фактор С)	Показники якості, % на абсолютну суху речовину			
			Протеїн	Крохмаль	Жир	Клітковина
‘Лан 59’ (к)	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	11,45	76,02	3,33	2,41
		ф+N ₂₀	11,53	76,28	3,36	2,59
		ф+N ₄₀	11,85	76,04	3,45	2,44
		ф+N ₆₀	11,96	75,98	3,51	2,68
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	11,57	75,44	3,48	2,58
		ф+N ₂₀	11,64	76,08	3,5	2,79
		ф+N ₄₀	12,17	75,88	3,59	2,66
		ф+N ₆₀	12,46	75,47	3,6	2,84
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	11,95	75,07	3,51	2,42
		ф+N ₂₀	12,06	76,18	3,56	2,47
		ф+N ₄₀	12,6	75,57	3,59	2,95
		ф+N ₆₀	12,72	75,02	3,67	2,88
‘Бпірго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	11,79	73,77	3,27	1,93
		ф+N ₂₀	11,82	74,3	3,3	2,05
		ф+N ₄₀	11,95	74,1	3,28	2,11
		ф+N ₆₀	12,21	73,8	3,31	1,95
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	11,73	73,5	3,32	2,26
		ф+N ₂₀	11,86	74,26	3,37	2,4
		ф+N ₄₀	12,21	74,01	3,38	2,34
		ф+N ₆₀	12,64	73,41	3,4	2,51
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	11,94	73,3	3,35	1,84
		ф+N ₂₀	12,03	73,6	3,42	2,11
		ф+N ₄₀	12,47	73,94	3,48	1,87
		ф+N ₆₀	12,73	73,29	3,52	2,21
‘Буррго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	11,71	74,05	3,74	2,06
		ф+N ₂₀	11,75	74,17	3,84	2,19
		ф+N ₄₀	12,22	74,27	3,82	2,14
		ф+N ₆₀	12,31	73,97	3,89	2,5
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	11,91	73,31	3,84	2,52
		ф+N ₂₀	11,98	73,91	3,86	2,75
		ф+N ₄₀	12,45	73,86	3,92	2,64
		ф+N ₆₀	12,68	73,34	3,98	2,76
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	12,47	73,16	3,83	2,38
		ф+N ₂₀	12,56	73,68	3,88	2,42
		ф+N ₄₀	12,96	73,42	3,97	2,88
		ф+N ₆₀	12,91	73,19	3,92	2,71

Таблиця В. 2

Якісний склад зерна по досліді у 2016 році						
Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Норма внесення добрих, кг/га, (фактор С)	Показники якості, % на абсолютну суху речовину			
			Протеїн	Крохмаль	Жир	Клітковина
‘Лан 59’ (к)	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	9,64	75,16	2,96	1,94
		ф+N ₂₀	9,69	75,53	3,03	2,09
		ф+N ₄₀	9,96	75,29	3,01	1,96
		ф+N ₆₀	10,05	75,23	3,09	2,34
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	9,75	74,62	3,03	2,53
		ф+N ₂₀	9,78	75,33	3,1	2,82
		ф+N ₄₀	10,23	75,13	3,18	2,69
		ф+N ₆₀	10,47	74,73	3,19	2,87
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	10,06	74,11	3,06	2,44
		ф+N ₂₀	10,13	75,43	3,16	2,49
		ф+N ₄₀	10,58	74,83	3,18	2,98
		ф+N ₆₀	10,69	74,28	3,26	2,91
‘Брігго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	9,88	72,96	2,87	2,03
		ф+N ₂₀	9,93	73,56	2,93	2,07
		ф+N ₄₀	10,04	73,37	2,91	2,13
		ф+N ₆₀	10,26	73,07	2,94	1,97
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	9,94	73,01	2,94	2,28
		ф+N ₂₀	9,97	73,52	2,99	2,42
		ф+N ₄₀	10,26	73,28	2,99	2,36
		ф+N ₆₀	10,62	73,07	3,01	2,54
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	10,02	72,48	2,95	2,09
		ф+N ₂₀	10,11	72,87	3,03	2,13
		ф+N ₄₀	10,48	73,21	3,08	1,89
		ф+N ₆₀	10,7	72,56	3,12	2,23
‘Бурго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	9,83	73,16	3,32	2,14
		ф+N ₂₀	9,88	73,43	3,4	2,19
		ф+N ₄₀	10,26	73,53	3,39	2,21
		ф+N ₆₀	10,34	73,24	3,45	2,52
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	9,97	72,55	3,37	2,59
		ф+N ₂₀	10,07	73,18	3,42	2,78
		ф+N ₄₀	10,46	73,13	3,47	2,67
		ф+N ₆₀	10,65	72,62	3,53	2,79
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	10,45	72,44	3,38	2,36
		ф+N ₂₀	10,56	72,95	3,44	2,44
		ф+N ₄₀	10,89	72,69	3,52	2,91
		ф+N ₆₀	10,85	72,47	3,55	2,74

Таблиця В. 3

Якісний склад зерна по досліді у 2017 році						
Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Показники якості, % на абсолютну суху речовину			
			Протеїн	Крохмаль	Жир	Клітковина
‘Лан 59’ (к)	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	10,43	74,34	3,17	2,26
		ф+N ₂₀	10,49	74,55	3,26	2,47
		ф+N ₄₀	10,78	74,78	3,36	2,32
		ф+N ₆₀	10,87	74,49	3,41	2,56
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	10,54	73,81	3,37	2,48
		ф+N ₂₀	10,58	74,59	3,4	2,66
		ф+N ₄₀	11,07	74,39	3,49	2,54
		ф+N ₆₀	11,33	73,99	3,5	2,71
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	10,92	73,48	3,38	2,28
		ф+N ₂₀	10,96	74,69	3,47	2,35
		ф+N ₄₀	11,45	74,09	3,49	2,81
		ф+N ₆₀	11,56	73,55	3,57	2,74
‘Брігго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	10,67	72,31	3,14	1,84
		ф+N ₂₀	10,74	72,63	3,21	1,95
		ф+N ₄₀	10,86	72,65	3,19	2,01
		ф+N ₆₀	11,1	72,35	3,22	1,86
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	10,66	72,58	3,16	2,17
		ф+N ₂₀	10,78	72,8	3,27	2,28
		ф+N ₄₀	11,1	72,56	3,28	2,23
		ф+N ₆₀	11,49	72,61	3,31	2,4
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	10,87	71,79	3,26	1,73
		ф+N ₂₀	10,94	72,16	3,33	2,01
		ф+N ₄₀	11,33	72,49	3,38	1,78
		ф+N ₆₀	11,57	71,85	3,42	2,1
‘Бурігго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	10,58	72,43	3,68	1,96
		ф+N ₂₀	10,69	72,81	3,73	2,09
		ф+N ₄₀	11,1	72,79	3,71	2,04
		ф+N ₆₀	11,19	72,52	3,79	2,38
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	10,84	71,85	3,66	2,49
		ф+N ₂₀	10,9	72,46	3,76	2,62
		ф+N ₄₀	11,31	72,41	3,81	2,52
		ф+N ₆₀	11,52	71,91	3,87	2,63
	70 (к)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	11,37	71,86	3,73	2,23
		ф+N ₂₀	11,42	72,23	3,78	2,3
		ф+N ₄₀	11,78	71,98	3,86	2,74
		ф+N ₆₀	11,73	72,09	3,89	2,58

Додаток Г
Таблиця Г. 1

Висота рослин по досліді, см (2015 р)								
Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Сходи	Кущін- ня	Вихід у трубку	Викидання волоті	Цвітіння	Повна стиглість зерна
‘Лан 59’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	4,26	10,9	62,2	101,2	107,8	119,4
		ф+N ₂₀	5,18	11,9	63,2	111,4	115,3	124,8
		ф+N ₄₀	5,74	12,7	64,1	116,5	118,7	128,4
		ф+N ₆₀	5,98	13,5	49,7	119,5	123,5	134,8
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	4,04	10,7	60,1	98,2	104,7	115,9
		ф+N ₂₀	5,18	11,7	61,7	108,2	112,0	121,1
		ф+N ₄₀	5,94	12,3	62,7	113,8	115,3	124,7
		ф+N ₆₀	6,16	13,3	50,6	116,0	119,9	130,9
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	4,16	10,6	60,8	98,3	104,7	115,2
		ф+N ₂₀	5,18	11,6	61,0	108,3	117,3	121,3
		ф+N ₄₀	6,00	12,1	61,8	111,6	115,0	124,1
		ф+N ₆₀	6,02	13,1	50,6	115,8	119,4	130,1
‘Брігго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,96	10,7	59,8	98,6	104,7	115,9
		ф+N ₂₀	4,86	11,5	60,7	108,6	112,0	121,1
		ф+N ₄₀	5,36	12,3	61,6	113,5	115,3	124,7
		ф+N ₆₀	5,58	13,1	47,8	116,5	119,9	130,9
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,76	10,6	57,8	95,8	101,6	112,5
		ф+N ₂₀	4,86	11,4	59,3	105,5	108,7	117,6
		ф+N ₄₀	5,56	11,9	60,2	111,0	111,9	121,0
		ф+N ₆₀	5,76	12,9	48,7	113,1	116,4	127,1
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,88	10,7	58,5	95,8	101,7	111,9
		ф+N ₂₀	4,86	11,5	58,7	105,6	108,8	117,8
		ф+N ₄₀	5,60	11,8	59,4	108,7	111,7	120,5
		ф+N ₆₀	5,64	12,8	50,5	112,8	116,0	126,3
‘Бурго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,76	10,5	59,6	94,8	102,5	112,5
		ф+N ₂₀	4,56	11,3	60,5	104,4	109,7	117,6
		ф+N ₄₀	5,08	12,1	61,4	109,2	112,9	121,0
		ф+N ₆₀	5,30	12,9	47,7	111,7	117,4	127,1
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,58	10,4	57,6	92,1	99,5	109,3
		ф+N ₂₀	4,58	11,16	59,12	101,4	106,5	114,2
		ф+N ₄₀	5,26	11,74	60,04	106,7	109,6	117,5
		ф+N ₆₀	5,44	12,69	48,54	108,8	114,0	123,4
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,68	10,48	58,30	92,1	99,6	108,6
		ф+N ₂₀	4,58	11,05	58,30	101,5	106,6	114,3
		ф+N ₄₀	5,30	11,55	58,46	106,5	109,4	117,0
		ф+N ₆₀	5,34	12,04	59,24	108,5	113,6	122,7

Таблиця Г. 2

Висота рослин по досліді, см (2016 р)								
Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Сходи	Кущін- ня	Вихід у трубку	Викидан- ня волоті	Цвітіння	Повна стиглість зерна
‘Лан 59’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	4,06	10,4	50,1	97,3	104,2	114,6
		ф+N ₂₀	4,98	11,3	59,2	107,1	111,4	119,7
		ф+N ₄₀	5,54	12,1	60,2	112,0	114,7	123,2
		ф+N ₆₀	5,76	12,9	61,1	114,9	119,3	129,4
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,88	10,2	47,4	94,5	101,1	111,3
		ф+N ₂₀	4,98	11,1	57,2	104,0	108,2	116,2
		ф+N ₄₀	5,74	11,7	58,8	109,4	111,4	119,7
		ф+N ₆₀	5,94	12,7	59,7	111,6	115,9	125,6
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,98	10,1	48,2	94,5	101,2	110,6
		ф+N ₂₀	4,98	11,0	57,9	104,1	108,3	116,4
		ф+N ₄₀	5,80	11,5	58,1	107,3	111,1	119,2
		ф+N ₆₀	5,80	12,5	58,9	111,3	115,4	124,9
‘Брігго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,80	10,2	48,2	94,8	101,1	111,3
		ф+N ₂₀	4,66	11,0	57,0	104,4	108,2	116,2
		ф+N ₄₀	5,16	11,7	57,8	109,2	111,4	119,7
		ф+N ₆₀	5,38	12,5	58,7	112,0	115,9	125,6
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,64	10,1	45,5	92,1	98,2	108,0
		ф+N ₂₀	4,66	10,8	55,0	101,4	105,0	112,9
		ф+N ₄₀	5,36	11,4	56,5	106,7	108,1	116,2
		ф+N ₆₀	5,56	12,3	57,4	108,8	112,5	122,0
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,74	10,2	46,4	92,1	98,2	107,4
		ф+N ₂₀	4,66	11,0	55,7	101,5	105,2	113,0
		ф+N ₄₀	5,40	11,2	55,9	104,6	107,9	115,7
		ф+N ₆₀	5,44	12,2	56,6	108,5	112,0	121,3
‘Бурго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,64	10,0	48,1	91,2	99,0	108,0
		ф+N ₂₀	4,36	10,8	56,8	100,4	105,9	112,8
		ф+N ₄₀	4,88	11,5	57,6	105,0	109,1	116,2
		ф+N ₆₀	5,10	12,3	58,5	107,4	113,5	122,0
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,48	9,9	45,4	88,6	96,2	104,8
		ф+N ₂₀	4,38	10,64	54,82	97,5	102,9	109,6
		ф+N ₄₀	5,06	11,18	56,30	102,6	105,9	112,8
		ф+N ₆₀	5,24	12,10	57,18	104,6	110,2	118,4
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,56	9,98	46,24	88,6	96,2	104,2
		ф+N ₂₀	4,38	10,52	55,50	97,6	103,0	109,7
		ф+N ₄₀	5,10	11,00	55,70	102,4	105,7	112,3
		ф+N ₆₀	5,14	11,46	56,42	104,4	109,7	117,7

Таблиця Г. 3

Висота рослин по досліді, см (2017 р)								
Гібрид/ сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Варіант удобрення, кг/га (фактор С)	Сходи	Кущін- ня	Вихід у трубку	Викидання волоті	Цвітіння	Повна стиглість зерна
‘Лан 59’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	4,02	10,1	48,2	95,1	102,9	111,8
		ф+N ₂₀	4,93	11,0	57,0	104,7	110,1	116,8
		ф+N ₄₀	5,49	11,8	57,9	109,5	113,4	120,2
		ф+N ₆₀	5,70	12,6	58,7	112,3	117,9	126,2
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,84	9,9	45,5	92,3	99,9	108,6
		ф+N ₂₀	4,93	10,8	55,1	101,7	106,9	113,4
		ф+N ₄₀	5,68	11,4	56,5	107,0	110,1	116,7
		ф+N ₆₀	5,88	12,4	57,4	109,1	114,5	122,6
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,94	9,8	46,4	92,4	100,0	107,9
		ф+N ₂₀	4,93	10,7	55,7	101,8	107,0	113,6
		ф+N ₄₀	5,74	11,2	55,9	104,8	109,8	116,2
		ф+N ₆₀	5,74	12,1	56,6	108,8	114,0	121,9
‘Бпігго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,76	10,0	46,4	92,7	99,9	108,6
		ф+N ₂₀	4,61	10,7	54,8	102,1	106,9	113,4
		ф+N ₄₀	5,11	11,4	55,6	106,7	110,1	116,7
		ф+N ₆₀	5,33	12,2	56,4	109,5	114,5	122,6
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,60	9,9	43,8	90,0	97,0	105,4
		ф+N ₂₀	4,61	10,5	52,9	99,1	103,8	110,1
		ф+N ₄₀	5,31	11,1	54,3	104,3	106,8	113,3
		ф+N ₆₀	5,50	12,0	55,2	106,3	111,1	119,0
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,70	9,9	44,6	90,1	97,0	104,8
		ф+N ₂₀	4,61	10,7	53,6	99,2	103,9	110,2
		ф+N ₄₀	5,35	10,9	53,7	102,2	106,6	112,8
		ф+N ₆₀	5,39	11,9	54,4	106,1	110,7	118,3
‘Бупгго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,60	9,7	46,2	89,1	97,8	105,4
		ф+N ₂₀	4,32	10,5	54,6	98,1	104,7	110,1
		ф+N ₄₀	4,83	11,2	55,4	102,6	107,8	113,3
		ф+N ₆₀	5,05	12,0	56,3	105,0	112,1	119,0
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,45	9,7	43,7	86,6	95,0	102,3
		ф+N ₂₀	4,34	10,36	52,72	95,3	101,7	106,9
		ф+N ₄₀	5,01	10,89	54,16	100,3	104,6	110,0
		ф+N ₆₀	5,19	11,78	55,00	102,2	108,9	115,5
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (ф)	3,52	9,72	44,46	86,6	95,1	101,7
		ф+N ₂₀	4,34	10,24	53,38	95,4	101,8	107,0
		ф+N ₄₀	5,05	10,71	53,54	100,1	104,4	109,6
		ф+N ₆₀	5,09	11,16	51,30	102,0	108,4	114,9

Додаток Д
Таблиця Д. 1

Динаміка вмісту загального азоту (N) в рослинах сорго зернового залежно від удобрення та ширини міжряддя (2015 р.), % на суху речовину									
Гібрид/сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Норма внесення добрив, кг/га (фактор С)	Фаза росту і розвитку рослин						
			Кущіння	Вихід у трубку	Цвітіння		Повна стиглість зерна		
					Листя	Стебла	Листя	Стебла	Зерно
‘Лан 59’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	2,98	2,08	1,77	0,82	1,17	0,19	1,58
		Ф+N ₂₀	3,08	2,19	1,83	0,89	1,21	0,21	1,65
		Ф+N ₄₀	3,19	2,32	2,17	1,06	1,29	0,23	1,69
		Ф+N ₆₀	3,22	2,46	2,24	1,11	1,34	0,26	1,74
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,04	2,03	1,89	0,91	1,25	0,17	1,61
		Ф+N ₂₀	3,17	2,24	1,96	0,97	1,27	0,24	1,69
		Ф+N ₄₀	3,22	2,44	2,19	1,09	1,31	0,26	1,73
		Ф+N ₆₀	3,25	2,56	2,27	1,14	1,38	0,27	1,77
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,08	2,11	2,21	1,05	1,28	0,21	1,71
		Ф+N ₂₀	3,19	2,28	2,25	1,12	1,33	0,25	1,78
		Ф+N ₄₀	3,27	2,38	2,34	1,17	1,37	0,29	1,81
		Ф+N ₆₀	3,36	2,47	2,36	1,21	1,39	0,31	1,86
‘Бріго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	2,97	2,17	1,89	0,95	1,22	0,22	1,69
		Ф+N ₂₀	3,09	2,34	2,04	0,98	1,29	0,26	1,78
		Ф+N ₄₀	3,19	2,43	2,17	1,05	1,31	0,28	1,83
		Ф+N ₆₀	3,21	2,57	2,39	1,18	1,34	0,32	1,97
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,06	2,22	1,92	0,87	1,24	0,23	1,74
		Ф+N ₂₀	3,17	2,37	1,96	0,94	1,29	0,25	1,82
		Ф+N ₄₀	3,24	2,51	2,11	1,03	1,31	0,29	1,92
		Ф+N ₆₀	3,28	2,64	2,47	1,22	1,35	0,33	1,97
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,03	2,29	1,98	0,95	1,27	0,21	1,88
		Ф+N ₂₀	3,16	2,41	2,06	1,03	1,32	0,27	1,94
		Ф+N ₄₀	3,31	2,58	2,27	1,14	1,34	0,32	1,75
		Ф+N ₆₀	3,36	2,76	2,49	1,24	1,38	0,35	1,95
‘Буріго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	2,88	2,13	1,98	0,96	1,19	0,19	1,65
		Ф+N ₂₀	2,97	2,26	2,08	1,04	1,23	0,24	1,71
		Ф+N ₄₀	3,11	2,32	2,13	1,16	1,28	0,28	1,98
		Ф+N ₆₀	3,24	2,41	2,26	1,19	1,33	0,31	2,07
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	2,94	2,18	1,94	1,03	1,25	0,24	1,79
		Ф+N ₂₀	3,04	2,28	2,11	1,08	1,34	0,29	1,94
		Ф+N ₄₀	3,15	2,49	2,24	1,14	1,36	0,32	1,89
		Ф+N ₆₀	3,33	2,58	2,31	1,23	1,38	0,33	1,95
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,08	2,21	2,01	1,07	1,24	0,24	1,64
		Ф+N ₂₀	3,17	2,37	2,16	1,11	1,29	0,28	1,69
		Ф+N ₄₀	3,22	2,46	2,25	1,19	1,33	0,34	1,92
		Ф+N ₆₀	3,34	2,62	2,38	1,25	1,39	0,35	2,03

Таблиця Д. 2

Динаміка вмісту загального азоту в рослинах сорго зернового залежно від удобрення та ширини міжрядь (2016 р.), % на суху речовину									
Гібрид/сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Форма внесення добрив, кг/га (фактор С)	Фаза росту і розвитку рослин						
			Кущіння	Вихід у трубку	Цвітіння		Повна стиглість зерна		
					Листя	Стебла	Листя	Стебла	Зерно
‘Лан 59’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	2,93	2,05	1,72	0,79	1,14	0,16	1,55
		Ф+N ₂₀	3,02	2,17	1,78	0,87	1,18	0,19	1,63
		Ф+N ₄₀	3,15	2,26	2,12	1,02	1,24	0,21	1,67
		Ф+N ₆₀	3,18	2,38	2,18	1,08	1,31	0,23	1,71
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	2,98	2,01	1,83	0,89	1,21	0,17	1,58
		Ф+N ₂₀	3,11	2,21	1,93	0,94	1,23	0,21	1,67
		Ф+N ₄₀	3,17	2,39	2,15	1,05	1,27	0,23	1,69
		Ф+N ₆₀	3,21	2,49	2,22	1,11	1,34	0,25	1,74
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,01	2,09	2,15	1,01	1,25	0,19	1,68
		Ф+N ₂₀	3,07	2,24	2,18	1,08	1,32	0,23	1,75
		Ф+N ₄₀	3,23	2,36	2,27	1,13	1,34	0,27	1,77
		Ф+N ₆₀	3,31	2,44	2,29	1,17	1,36	0,28	1,82
‘Брігго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	2,94	2,15	1,86	0,93	1,18	0,21	1,63
		Ф+N ₂₀	3,06	2,28	2,01	0,96	1,24	0,24	1,72
		Ф+N ₄₀	3,16	2,35	2,14	1,03	1,27	0,27	1,78
		Ф+N ₆₀	3,18	2,53	2,35	1,15	1,29	0,31	1,92
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,02	2,18	1,89	0,85	1,20	0,22	1,67
		Ф+N ₂₀	3,12	2,33	1,93	0,92	1,25	0,25	1,75
		Ф+N ₄₀	3,21	2,42	2,08	1,01	1,29	0,29	1,85
		Ф+N ₆₀	3,25	2,57	2,43	1,19	1,31	0,33	1,89
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,00	2,24	1,95	0,93	1,23	0,20	1,81
		Ф+N ₂₀	3,13	2,37	2,03	1,01	1,28	0,28	1,87
		Ф+N ₄₀	3,28	2,48	2,24	1,11	1,30	0,30	1,68
		Ф+N ₆₀	3,33	2,63	2,45	1,21	1,34	0,35	1,88
‘Бургго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	2,86	2,11	1,92	0,94	1,17	0,17	1,63
		Ф+N ₂₀	2,95	2,23	2,02	1,02	1,21	0,22	1,68
		Ф+N ₄₀	3,09	2,29	2,07	1,14	1,26	0,26	1,86
		Ф+N ₆₀	3,21	2,34	2,19	1,17	1,31	0,28	1,92
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	2,92	2,17	1,88	1,01	1,23	0,22	1,76
		Ф+N ₂₀	3,02	2,26	2,05	1,06	1,32	0,27	1,91
		Ф+N ₄₀	3,12	2,44	2,17	1,12	1,34	0,29	1,95
		Ф+N ₆₀	3,30	2,52	2,24	1,21	1,36	0,30	2,04
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,06	2,19	1,95	1,05	1,22	0,25	1,79
		Ф+N ₂₀	3,14	2,33	2,10	1,09	1,27	0,27	1,89
		Ф+N ₄₀	3,19	2,41	2,18	1,17	1,31	0,31	1,93
		Ф+N ₆₀	3,31	2,56	2,31	1,23	1,37	0,34	1,98

Таблиця Д. 3

Динаміка вмісту загального азоту в рослинах сорго зернового залежно від удобрення та ширини міжряддя (2017 р.), % на суху речовину									
Гібрид/сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор В)	Форма внесення добрив, кг/га (фактор С)	Фаза росту і розвитку рослин						
			Кущіння	Вихід у трубку	Цвітіння		Повна стиглість зерна		
					Листя	Стебла	Листя	Стебла	Зерно
‘Лан 59’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	2,96	2,07	1,75	0,81	1,16	0,17	1,57
		Ф+N ₂₀	3,05	2,18	1,81	0,88	1,19	0,21	1,64
		Ф+N ₄₀	3,17	2,29	2,15	1,04	1,27	0,22	1,69
		Ф+N ₆₀	3,19	2,42	2,21	1,11	1,33	0,25	1,73
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,01	2,02	1,86	0,90	1,23	0,17	1,60
		Ф+N ₂₀	3,14	2,23	1,95	0,96	1,25	0,23	1,68
		Ф+N ₄₀	3,21	2,42	2,17	1,07	1,29	0,25	1,71
		Ф+N ₆₀	3,23	2,53	2,25	1,13	1,36	0,26	1,76
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,05	2,10	2,18	1,03	1,27	0,20	1,70
		Ф+N ₂₀	3,13	2,26	2,22	1,10	1,33	0,24	1,77
		Ф+N ₄₀	3,25	2,37	2,31	1,15	1,36	0,28	1,79
		Ф+N ₆₀	3,34	2,46	2,33	1,19	1,38	0,30	1,84
‘Брігго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	2,96	2,16	1,88	0,94	1,20	0,22	1,66
		Ф+N ₂₀	3,08	2,31	2,03	0,97	1,27	0,25	1,75
		Ф+N ₄₀	3,18	2,39	2,16	1,04	1,29	0,28	1,81
		Ф+N ₆₀	3,20	2,55	2,37	1,17	1,32	0,32	1,95
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,04	2,20	1,91	0,86	1,22	0,23	1,71
		Ф+N ₂₀	3,15	2,35	1,95	0,93	1,28	0,27	1,79
		Ф+N ₄₀	3,23	2,47	2,10	1,02	1,31	0,29	1,89
		Ф+N ₆₀	3,27	2,61	2,45	1,21	1,33	0,33	1,93
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,02	2,27	1,97	0,94	1,25	0,21	1,85
		Ф+N ₂₀	3,18	2,39	2,05	1,02	1,30	0,26	1,91
		Ф+N ₄₀	3,30	2,53	2,26	1,13	1,32	0,31	1,93
		Ф+N ₆₀	3,35	2,70	2,47	1,23	1,36	0,34	1,97
‘Бургго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	2,87	2,12	1,95	0,95	1,18	0,18	1,64
		Ф+N ₂₀	2,96	2,25	2,05	1,03	1,22	0,23	1,70
		Ф+N ₄₀	3,10	2,31	2,10	1,15	1,27	0,27	1,94
		Ф+N ₆₀	3,23	2,38	2,23	1,18	1,32	0,30	2,01
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	2,93	2,18	1,91	1,02	1,22	0,23	1,78
		Ф+N ₂₀	3,03	2,27	2,08	1,07	1,28	0,28	1,88
		Ф+N ₄₀	3,14	2,47	2,21	1,13	1,32	0,31	1,97
		Ф+N ₆₀	3,32	2,55	2,28	1,22	1,37	0,32	2,06
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,07	2,20	1,98	1,06	1,24	0,25	1,82
		Ф+N ₂₀	3,16	2,35	2,13	1,10	1,33	0,29	1,93
		Ф+N ₄₀	3,21	2,44	2,22	1,18	1,35	0,33	1,98
		Ф+N ₆₀	3,33	2,59	2,35	1,24	1,38	0,34	2,02

Додаток Е
Таблиця Е. 1

Динаміка вмісту фосфору в рослинах сорго зернового залежно від удобрення та ширини міжряддя(2015 р.), % на суху речовину									
Гібрид/сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см	Норма внесення добрив, кг/га	Фаза росту і розвитку рослин						
			Кущіння	Вихід у трубку	Цвітіння		Повна стиглість зерна		
					Листя	Стебла	Листя	Стебла	Зерно
‘Лан 59’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,63	0,60	0,52	0,33	0,28	0,12	0,71
		ф+N ₂₀	0,65	0,61	0,53	0,35	0,30	0,13	0,73
		ф+N ₄₀	0,69	0,63	0,54	0,36	0,32	0,14	0,74
		ф+N ₆₀	0,71	0,67	0,54	0,37	0,31	0,14	0,75
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,68	0,64	0,54	0,36	0,30	0,13	0,73
		ф+N ₂₀	0,71	0,67	0,55	0,38	0,31	0,15	0,75
		ф+N ₄₀	0,73	0,68	0,55	0,39	0,31	0,14	0,75
		ф+N ₆₀	0,75	0,70	0,56	0,40	0,33	0,15	0,77
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,70	0,65	0,55	0,39	0,31	0,14	0,75
		ф+N ₂₀	0,74	0,68	0,57	0,41	0,33	0,15	0,77
		ф+N ₄₀	0,76	0,71	0,58	0,42	0,34	0,18	0,78
		ф+N ₆₀	0,79	0,73	0,58	0,42	0,35	0,18	0,78
‘Бурро F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,64	0,59	0,52	0,35	0,30	0,13	0,70
		ф+N ₂₀	0,66	0,60	0,54	0,36	0,32	0,14	0,74
		ф+N ₄₀	0,68	0,63	0,55	0,39	0,34	0,13	0,76
		ф+N ₆₀	0,73	0,66	0,56	0,40	0,33	0,15	0,77
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,69	0,64	0,55	0,37	0,32	0,13	0,73
		ф+N ₂₀	0,71	0,66	0,57	0,42	0,35	0,15	0,76
		ф+N ₄₀	0,74	0,68	0,59	0,43	0,34	0,16	0,77
		ф+N ₆₀	0,76	0,69	0,59	0,45	0,36	0,18	0,79
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,71	0,68	0,57	0,38	0,35	0,18	0,75
		ф+N ₂₀	0,73	0,70	0,59	0,44	0,36	0,20	0,79
		ф+N ₄₀	0,75	0,70	0,60	0,46	0,38	0,19	0,81
		ф+N ₆₀	0,78	0,72	0,61	0,47	0,39	0,20	0,83
‘Бурро F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,66	0,60	0,50	0,34	0,29	0,13	0,72
		ф+N ₂₀	0,69	0,63	0,53	0,37	0,33	0,14	0,75
		ф+N ₄₀	0,71	0,64	0,53	0,38	0,31	0,14	0,76
		ф+N ₆₀	0,71	0,66	0,54	0,38	0,33	0,16	0,76
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,70	0,63	0,54	0,37	0,31	0,13	0,74
		ф+N ₂₀	0,74	0,66	0,56	0,40	0,33	0,14	0,76
		ф+N ₄₀	0,76	0,67	0,58	0,41	0,35	0,16	0,77
		ф+N ₆₀	0,77	0,69	0,59	0,42	0,35	0,18	0,78
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,73	0,64	0,57	0,40	0,33	0,14	0,76
		ф+N ₂₀	0,75	0,68	0,59	0,41	0,35	0,15	0,79
		ф+N ₄₀	0,78	0,69	0,59	0,43	0,35	0,18	0,79
		ф+N ₆₀	0,79	0,71	0,6	0,44	0,36	0,18	0,81

Таблиця Е. 2

Динаміка вмісту фосфору в рослинах сорго зернового залежно від удобрення та ширини міжряддя(2016 р.), % на суху речовину									
Гібрид/сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см	Норма внесення добрих, кг/га	Фаза росту і розвитку рослин						
			Кущіння	Вихід у трубку	Цвітіння		Повна стиглість зерна		
					Листя	Стебла	Листя	Стебла	Зерно
‘Лан 59’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,60	0,57	0,50	0,32	0,27	0,12	0,68
		ф+N ₂₀	0,62	0,58	0,50	0,34	0,29	0,13	0,70
		ф+N ₄₀	0,66	0,60	0,51	0,35	0,31	0,14	0,71
		ф+N ₆₀	0,68	0,64	0,51	0,36	0,30	0,14	0,72
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,65	0,61	0,51	0,35	0,29	0,13	0,70
		ф+N ₂₀	0,68	0,64	0,52	0,37	0,30	0,15	0,72
		ф+N ₄₀	0,70	0,65	0,52	0,38	0,30	0,14	0,72
		ф+N ₆₀	0,72	0,67	0,53	0,39	0,32	0,15	0,74
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,67	0,62	0,52	0,38	0,30	0,14	0,72
		ф+N ₂₀	0,71	0,65	0,54	0,40	0,32	0,15	0,74
		ф+N ₄₀	0,73	0,68	0,55	0,41	0,33	0,17	0,75
		ф+N ₆₀	0,76	0,70	0,55	0,41	0,34	0,17	0,75
‘Бпірго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,61	0,56	0,49	0,33	0,28	0,13	0,67
		ф+N ₂₀	0,63	0,57	0,51	0,34	0,30	0,14	0,71
		ф+N ₄₀	0,65	0,60	0,52	0,37	0,32	0,13	0,73
		ф+N ₆₀	0,70	0,63	0,53	0,38	0,31	0,15	0,74
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,66	0,61	0,52	0,35	0,30	0,13	0,70
		ф+N ₂₀	0,68	0,63	0,54	0,40	0,33	0,15	0,73
		ф+N ₄₀	0,71	0,65	0,56	0,41	0,32	0,16	0,74
		ф+N ₆₀	0,73	0,66	0,56	0,43	0,34	0,17	0,75
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,68	0,65	0,54	0,36	0,33	0,17	0,72
		ф+N ₂₀	0,70	0,67	0,56	0,42	0,34	0,19	0,75
		ф+N ₄₀	0,72	0,67	0,57	0,44	0,36	0,18	0,77
		ф+N ₆₀	0,75	0,69	0,58	0,45	0,37	0,19	0,79
‘Буррго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,63	0,57	0,48	0,32	0,27	0,13	0,69
		ф+N ₂₀	0,66	0,60	0,50	0,35	0,31	0,14	0,72
		ф+N ₄₀	0,68	0,61	0,50	0,36	0,29	0,14	0,73
		ф+N ₆₀	0,68	0,63	0,51	0,36	0,31	0,16	0,73
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,67	0,60	0,51	0,35	0,29	0,13	0,71
		ф+N ₂₀	0,71	0,63	0,53	0,38	0,31	0,14	0,73
		ф+N ₄₀	0,73	0,64	0,55	0,39	0,33	0,16	0,74
		ф+N ₆₀	0,74	0,66	0,56	0,40	0,33	0,17	0,75
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,70	0,61	0,54	0,38	0,31	0,14	0,73
		ф+N ₂₀	0,72	0,65	0,56	0,39	0,33	0,15	0,75
		ф+N ₄₀	0,75	0,66	0,56	0,41	0,33	0,17	0,75
		ф+N ₆₀	0,75	0,68	0,57	0,42	0,34	0,17	0,77

Таблиця Е. 3

Динаміка вмісту фосфору в рослинах сорго зернового залежно від удобрення та ширини міжряддя(2017 р.), % на суху речовину									
Гібрид/сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см	Норма внесення добрив, кг/га	Фаза росту і розвитку рослин						
			Кущіння	Вихід у трубку	Цвітіння		Повна стиглість зерна		
					Листя	Стебла	Листя	Стебла	Зерно
‘Лан 59’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,61	0,58	0,50	0,32	0,27	0,12	0,69
		ф+N ₂₀	0,63	0,59	0,51	0,34	0,29	0,13	0,71
		ф+N ₄₀	0,67	0,61	0,52	0,35	0,31	0,14	0,72
		ф+N ₆₀	0,69	0,65	0,52	0,36	0,30	0,14	0,73
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,66	0,62	0,52	0,35	0,29	0,13	0,71
		ф+N ₂₀	0,69	0,65	0,53	0,37	0,30	0,15	0,73
		ф+N ₄₀	0,71	0,66	0,53	0,38	0,30	0,14	0,73
		ф+N ₆₀	0,73	0,68	0,54	0,39	0,32	0,15	0,75
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,68	0,63	0,53	0,38	0,30	0,14	0,73
		ф+N ₂₀	0,72	0,66	0,55	0,40	0,32	0,15	0,75
		ф+N ₄₀	0,74	0,69	0,56	0,41	0,33	0,17	0,76
		ф+N ₆₀	0,77	0,71	0,56	0,41	0,34	0,17	0,76
‘Брігго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,62	0,57	0,50	0,34	0,29	0,13	0,68
		ф+N ₂₀	0,64	0,58	0,52	0,35	0,31	0,14	0,72
		ф+N ₄₀	0,66	0,61	0,53	0,38	0,33	0,13	0,74
		ф+N ₆₀	0,71	0,64	0,54	0,39	0,32	0,15	0,75
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,67	0,62	0,53	0,36	0,31	0,13	0,71
		ф+N ₂₀	0,69	0,64	0,55	0,41	0,34	0,15	0,74
		ф+N ₄₀	0,72	0,66	0,57	0,42	0,33	0,16	0,75
		ф+N ₆₀	0,74	0,67	0,57	0,44	0,35	0,17	0,77
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,69	0,66	0,55	0,37	0,34	0,17	0,73
		ф+N ₂₀	0,71	0,68	0,57	0,43	0,35	0,19	0,77
		ф+N ₄₀	0,73	0,68	0,58	0,45	0,37	0,18	0,79
		ф+N ₆₀	0,76	0,70	0,59	0,46	0,38	0,19	0,81
‘Буррго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,64	0,58	0,49	0,33	0,28	0,13	0,70
		ф+N ₂₀	0,67	0,61	0,51	0,36	0,32	0,14	0,73
		ф+N ₄₀	0,69	0,62	0,51	0,37	0,30	0,14	0,74
		ф+N ₆₀	0,69	0,64	0,52	0,37	0,32	0,16	0,74
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,68	0,61	0,52	0,36	0,30	0,13	0,72
		ф+N ₂₀	0,72	0,64	0,54	0,39	0,32	0,14	0,74
		ф+N ₄₀	0,74	0,65	0,56	0,40	0,34	0,16	0,75
		ф+N ₆₀	0,75	0,67	0,57	0,41	0,34	0,17	0,76
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,71	0,62	0,55	0,39	0,32	0,14	0,74
		ф+N ₂₀	0,73	0,66	0,57	0,40	0,34	0,15	0,77
		ф+N ₄₀	0,76	0,67	0,57	0,42	0,34	0,17	0,77
		ф+N ₆₀	0,77	0,69	0,58	0,43	0,35	0,17	0,79

Додаток Ж

Таблиця Ж. 1

Динаміка вмісту калію в рослинах сорго зернового залежно від удобрення та ширини міжрядь(2015 р.), % на суху речовину									
Гібрид/сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см	Норма внесення добрив, кг/га	Фаза росту і розвитку рослин						
			Кущіння	Вихід у трубку	Цвітіння		Повна стиглість зерна		
					Листя	Стебла	Листя	Стебла	Зерно
‘Лан 59’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,64	3,03	1,98	1,41	1,15	1,23	0,43
		ф+N ₂₀	3,66	3,08	2,08	1,44	1,18	1,26	0,44
		ф+N ₄₀	3,65	3,10	2,14	1,49	1,22	1,28	0,45
		ф+N ₆₀	3,66	3,14	2,17	1,53	1,24	1,31	0,46
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,66	3,19	2,16	1,64	1,24	1,34	0,44
		ф+N ₂₀	3,68	3,22	2,18	1,73	1,27	1,35	0,45
		ф+N ₄₀	3,69	3,24	2,20	1,68	1,26	1,37	0,47
		ф+N ₆₀	3,69	3,25	2,21	1,77	1,29	1,41	0,48
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,69	3,24	2,19	1,76	1,31	1,39	0,49
		ф+N ₂₀	3,68	3,26	2,22	1,78	1,33	1,42	0,49
		ф+N ₄₀	3,71	3,29	2,25	1,83	1,35	1,44	0,48
		ф+N ₆₀	3,72	3,29	2,24	1,84	1,34	1,43	0,50
‘Брігго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,67	3,22	2,13	1,49	1,18	1,39	0,47
		ф+N ₂₀	3,70	3,25	2,18	1,52	1,20	1,46	0,48
		ф+N ₄₀	3,69	3,27	2,19	1,57	1,24	1,44	0,49
		ф+N ₆₀	3,71	3,28	2,22	1,59	1,22	1,48	0,49
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,70	3,24	2,18	1,68	1,26	1,50	0,47
		ф+N ₂₀	3,72	3,28	2,21	1,78	1,28	1,52	0,50
		ф+N ₄₀	3,74	3,30	2,24	1,76	1,25	1,55	0,49
		ф+N ₆₀	3,74	3,31	2,26	1,81	1,28	1,56	0,50
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,72	3,27	2,22	1,79	1,34	1,54	0,51
		ф+N ₂₀	3,76	3,30	2,24	1,87	1,36	1,57	0,53
		ф+N ₄₀	3,74	3,33	2,26	1,85	1,37	1,59	0,52
		ф+N ₆₀	3,76	3,34	2,27	1,92	1,37	1,61	0,54
‘Бурго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,67	3,12	2,09	1,43	1,15	1,34	0,43
		ф+N ₂₀	3,69	3,15	2,14	1,47	1,17	1,37	0,44
		ф+N ₄₀	3,72	3,17	2,17	1,53	1,22	1,40	0,45
		ф+N ₆₀	3,70	3,17	2,18	1,59	1,19	1,43	0,45
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,69	3,21	2,19	1,66	1,20	1,46	0,43
		ф+N ₂₀	3,71	3,23	2,20	1,70	1,24	1,47	0,44
		ф+N ₄₀	3,72	3,25	2,21	1,69	1,22	1,49	0,45
		ф+N ₆₀	3,71	3,26	2,22	1,73	1,25	1,54	0,46
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,71	3,28	2,20	1,84	1,29	1,52	0,47
		ф+N ₂₀	3,73	3,31	2,23	1,85	1,32	1,55	0,49
		ф+N ₄₀	3,71	3,30	2,22	1,84	1,30	1,57	0,51
		ф+N ₆₀	3,73	3,31	2,24	1,86	1,33	1,56	0,52

Таблиця Ж. 2

Динаміка вмісту калію в рослинах сорго зернового залежно від удобрення та ширини міжрядь(2016 р.), % на суху речовину									
Гібрид/сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см	Норма внесення добрив, кг/га	Фаза росту і розвитку рослин						
			Кущіння	Вихід у трубку	Цвітіння		Повна стиглість зерна		
					Листя	Стебла	Листя	Стебла	Зерно
‘Лан 59’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,59	2,99	1,95	1,39	1,14	1,21	0,39
		ф+N ₂₀	3,61	3,03	2,05	1,42	1,16	1,24	0,41
		ф+N ₄₀	3,60	3,05	2,11	1,47	1,20	1,26	0,42
		ф+N ₆₀	3,61	3,09	2,14	1,51	1,22	1,29	0,43
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,61	3,14	2,13	1,62	1,22	1,32	0,42
		ф+N ₂₀	3,63	3,17	2,15	1,71	1,25	1,33	0,44
		ф+N ₄₀	3,64	3,19	2,17	1,66	1,24	1,35	0,45
		ф+N ₆₀	3,64	3,20	2,18	1,75	1,27	1,39	0,46
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,64	3,19	2,16	1,74	1,29	1,37	0,44
		ф+N ₂₀	3,63	3,21	2,19	1,76	1,31	1,40	0,46
		ф+N ₄₀	3,66	3,24	2,22	1,81	1,33	1,42	0,47
		ф+N ₆₀	3,67	3,24	2,21	1,82	1,32	1,41	0,48
‘Брігго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,62	3,17	2,10	1,47	1,16	1,37	0,43
		ф+N ₂₀	3,65	3,20	2,15	1,50	1,18	1,44	0,45
		ф+N ₄₀	3,64	3,22	2,16	1,55	1,22	1,42	0,46
		ф+N ₆₀	3,66	3,23	2,19	1,57	1,20	1,46	0,46
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,65	3,19	2,15	1,66	1,24	1,48	0,45
		ф+N ₂₀	3,67	3,23	2,18	1,76	1,26	1,50	0,46
		ф+N ₄₀	3,68	3,25	2,21	1,74	1,23	1,53	0,47
		ф+N ₆₀	3,68	3,26	2,23	1,79	1,26	1,54	0,48
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,67	3,22	2,19	1,77	1,32	1,52	0,48
		ф+N ₂₀	3,70	3,25	2,21	1,85	1,34	1,55	0,50
		ф+N ₄₀	3,68	3,28	2,23	1,83	1,35	1,57	0,49
		ф+N ₆₀	3,70	3,29	2,24	1,90	1,35	1,59	0,52
‘Буррго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,62	3,07	2,06	1,41	1,14	1,32	0,40
		ф+N ₂₀	3,64	3,10	2,11	1,45	1,15	1,35	0,41
		ф+N ₄₀	3,67	3,12	2,14	1,51	1,20	1,38	0,43
		ф+N ₆₀	3,65	3,12	2,15	1,57	1,17	1,41	0,44
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,64	3,16	2,16	1,64	1,18	1,44	0,42
		ф+N ₂₀	3,66	3,18	2,17	1,68	1,22	1,45	0,45
		ф+N ₄₀	3,67	3,20	2,18	1,67	1,20	1,47	0,44
		ф+N ₆₀	3,66	3,21	2,19	1,71	1,23	1,52	0,45
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,66	3,23	2,17	1,82	1,27	1,50	0,45
		ф+N ₂₀	3,67	3,26	2,20	1,83	1,30	1,53	0,46
		ф+N ₄₀	3,66	3,25	2,19	1,82	1,28	1,55	0,47
		ф+N ₆₀	3,67	3,26	2,21	1,84	1,31	1,54	0,49

Таблиця Ж. 3

Динаміка вмісту калію в рослинах сорго зернового залежно від удобрення та ширини міжрядь(2017 р.), % на суху речовину									
Гібрид/сорт (фактор А)	Ширина міжряддя, см	Норма внесення добрив, кг/га	Фаза росту і розвитку рослин						
			Кушіння	Вихід у трубку	Цвітіння		Повна стиглість зерна		
					Листя	Стебла	Листя	Стебла	Зерно
‘Лан 59’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,61	3,00	1,96	1,40	1,14	1,22	0,40
		ф+N ₂₀	3,63	3,05	2,06	1,43	1,17	1,25	0,42
		ф+N ₄₀	3,62	3,07	2,12	1,48	1,21	1,27	0,43
		ф+N ₆₀	3,63	3,11	2,15	1,52	1,23	1,30	0,43
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,63	3,16	2,14	1,63	1,23	1,33	0,42
		ф+N ₂₀	3,65	3,19	2,16	1,71	1,26	1,34	0,44
		ф+N ₄₀	3,66	3,21	2,18	1,67	1,25	1,36	0,45
		ф+N ₆₀	3,66	3,22	2,19	1,75	1,28	1,40	0,47
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,66	3,21	2,17	1,74	1,30	1,38	0,47
		ф+N ₂₀	3,65	3,23	2,20	1,76	1,32	1,41	0,48
		ф+N ₄₀	3,68	3,26	2,23	1,81	1,34	1,43	0,47
		ф+N ₆₀	3,69	3,26	2,22	1,82	1,33	1,42	0,49
‘Брігго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,64	3,19	2,11	1,48	1,17	1,38	0,46
		ф+N ₂₀	3,67	3,22	2,16	1,51	1,19	1,45	0,47
		ф+N ₄₀	3,66	3,24	2,17	1,56	1,23	1,43	0,48
		ф+N ₆₀	3,68	3,25	2,20	1,58	1,21	1,47	0,48
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,67	3,21	2,16	1,67	1,25	1,49	0,46
		ф+N ₂₀	3,69	3,25	2,19	1,76	1,27	1,51	0,49
		ф+N ₄₀	3,71	3,27	2,22	1,74	1,24	1,54	0,48
		ф+N ₆₀	3,71	3,28	2,24	1,79	1,27	1,55	0,49
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,69	3,24	2,20	1,77	1,33	1,53	0,50
		ф+N ₂₀	3,73	3,27	2,22	1,85	1,35	1,56	0,52
		ф+N ₄₀	3,71	3,30	2,24	1,83	1,36	1,58	0,51
		ф+N ₆₀	3,73	3,31	2,25	1,90	1,36	1,60	0,53
‘Бурго F1’	35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,64	3,09	2,07	1,42	1,14	1,33	0,42
		ф+N ₂₀	3,66	3,12	2,12	1,46	1,16	1,36	0,43
		ф+N ₄₀	3,69	3,14	2,15	1,52	1,21	1,39	0,44
		ф+N ₆₀	3,67	3,14	2,16	1,58	1,18	1,42	0,44
	50	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,66	3,18	2,17	1,65	1,19	1,45	0,42
		ф+N ₂₀	3,68	3,20	2,18	1,68	1,23	1,46	0,45
		ф+N ₄₀	3,69	3,22	2,19	1,67	1,21	1,48	0,44
		ф+N ₆₀	3,68	3,23	2,20	1,71	1,24	1,53	0,45
	70	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3,68	3,25	2,18	1,82	1,28	1,51	0,46
		ф+N ₂₀	3,70	3,28	2,21	1,83	1,31	1,54	0,48
		ф+N ₄₀	3,68	3,27	2,20	1,82	1,29	1,56	0,47
		ф+N ₆₀	3,70	3,28	2,22	1,84	1,32	1,55	0,51

Погоджено

Затверджую

Перший проректор НУБіП
України

Директор ФГ «Вітчизна-Тиниця»

Ібатуллін І.І
(ПІБ)

2019 р.

(підпис)

(ПІБ)

р.

А К Т

про впровадження/використання результатів
кандидатської дисертаційної роботи

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи на тему:

«Продуктивність гібридів сорго зернового за різної ширини міжрядь та
удобрення в умовах Лівобережного Лісостепу України»

назва теми

що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата
сільськогосподарських наук

за спеціальністю 06.01.09 «рослинництво»

виконаної Найденко Валентиною Михайлівною
(ПІБ здобувача)впроваджені у ФГ «Вітчизна-Тиниця» у 2018 р. на площі 21 га.
назва підприємства, де здійснювалось впровадження1. Вид впроваджуваних результатів технологія вирощування гібридів сорго
(методика, рекомендації, пропозиції, моделі, експериментальні дані тощо)
зернового за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{60}P_{60}K_{60} + N_{40}$ і ширині
міжрядь 50 см.2. Новизна отриманих результатів удосконалення технології вирощування
(патенти, авторські свідоцтва тощо)
сорго зернового за рахунок оптимізації норм мінеральних добрив та визначення
оптимальної ширини міжрядь.3. Практичне впровадження/використання результатів ФГ «Вітчизна-Тиниця»
(місце впровадження/застосування)

с. Тиниця Бахмацького району Чернігівської області

Продовження додатку К. 1

4. Значущість отриманих результатів Зниження собівартості продукції
рослинництва; дохід у грошовому виразі в 2018 р. становив 29262 грн/га.

Площа 21 га.

5. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами НДР № 110/523-пр

(назва, № держреєстрації)

«Обґрунтування параметрів розширення біорізноманіття польових культур у
виробництві біологічно та енергетично та енергетично цінної продукції»,
2016-2017рр. (№ держреєстрації 0116U001587)

**Від Національного
університету біоресурсів і
природокористування України**

Від організації

Начальник науково-дослідної
частини

Керівник підрозділу, де
безпосередньо впроваджені
результати дисертаційної
роботи

Отченашко В.В.
(підпис) (ПІБ)

«21» 12 р.

(підпис) (ПІБ)

«21» 12 р.

Директор НДІ

Ковалишина Г.М.
(підпис) (ПІБ)

«21» 12 р.

Здобувач

Найденко В.М.
(підпис) (ПІБ)

«21» 12 р.

11/11

Погоджено

Затверджую

Перший проректор НУБіП
України

Директор ФГ «Початок.»

І.І. Батуллін
(ПІБ)

2019 р.

(підпис) (ПІБ)

« » р.



А К Т

про впровадження/використання результатів
кандидатської дисертаційної роботи

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи на тему:

«Продуктивність гібридів сорго зернового за різної ширини міжрядь та
удобрення в умовах Лівобережного Лісостепу України»

назва теми

що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата
сільськогосподарських наук

за спеціальністю 06.01.09 «рослинництво»

виконаної Найденко Валентиною Михайлівною
(ПІБ здобувача)

впроваджені у ФГ «Початок.» у 2018 р. на площі 17 га.

назва підприємства, де здійснювалось впровадження

1. Вид впроваджуваних результатів технологія вирощування гібридів сорго
(методика, рекомендації, пропозиції, модель, експериментальні дані тощо)
зернового за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{60}P_{60}K_{60} + N_{40}$ і ширині
міжрядь 50 см.2. Новизна отриманих результатів удосконалення технології вирощування
(патенти, авторські свідоцтва тощо)
сорго зернового за рахунок оптимізації норм мінеральних добрив та визначення
оптимальної ширини міжрядь.3. Практичне впровадження/використання результатів ФГ «Початок.»
(місце впровадження/застосування)

с. Тиниця Бахмацького району Чернігівської області

Продовження додатку К. 2


4. Значущість отриманих результатів Зниження собівартості продукції
рослинництва; дохід у грошовому виразі в 2018 р. становив 31086 грн/га.
Площа 17 га.
5. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами НДР № 110/523-пр
(назва, № держреєстрації)
«Обґрунтування параметрів розширення біорізноманіття польових культур у
виробництві біологічно та енергетично та енергетично цінної продукції»,
2016-2017рр. (№ держреєстрації 0116U001587)

**Від Національного
університету біоресурсів і
природокористування України**

Від організації


Начальник науково-дослідної
частини

Керівник підрозділу, де
безпосередньо впроваджені
результати дисертаційної
роботи



(підпис) Отченашко В.В.
(ПІБ)
«29» 12 р.


(підпис) _____ (ПІБ)
«29» 12 р.

Директор НДІ


(підпис) Ковалишина Г.М.
(ПІБ)
«29» 12 р.

Здобувач


(підпис) Найденко В.М.
(ПІБ)
«29» 12 р.

