

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

МУЗИКА Ольга Володимирівна

УДК 663.62:631.5/9

**ДИСЕРТАЦІЯ
ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ СОРГО ЦУКРОВОГО ЗА ВИРОЩУВАННЯ
ЯК ЕНЕРГЕТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ
ПРАВОБЕРЕЖНОГО**

06.01.09 «Рослинництво»

Сільськогосподарські науки

Подается на здобуття наукового ступеня кандидат сільськогосподарських наук
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело
_____ О.В. Музика

Науковий керівник **Сторожик Лариса Іванівна** доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник.

Біла Церква - 2020

АНОТАЦІЯ

Музика О.В. Формування врожаю сорго цукрового за вирощування як енергетичної культури в умовах Лісостепу правобережного. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук (доктора філософії) за спеціальністю 06.01.09 «Рослинництво» (06 – Сільськогосподарські науки). – Білоцерківський національний аграрний університет. Біла Церква, 2020.

Актуальність теми: В сучасних умовах аграрного виробництва надзвичайно важливого значення набуває створення дієвого механізму виробництва та споживання відновлювальних джерел енергії в Україні.

Сорго цукрове (*Sorgum saccharatum* (L.) Pers) – перспективна сировина для промислового перероблення. Ґрунтово-кліматичні умови України, особливо південні райони, цілком сприятливі для вирощування всіх видів сорго, у тому числі й цукрового. Технології виробництва енергії з біомаси рослин знаходяться на початку свого розвитку в Україні, проте мають потужний потенціал і перспективи.

Формування біомаси – один із важливих елементів оцінювання агротехнології. Ефективними засобами збільшення біомаси сорго цукрового є вирощування сучасних високопродуктивних гібридів, оптимізація ширини міжрядь і густоти рослин, догляд за посівами, вибір оптимальних стимуляторів росту. Нині недостатньо вивчено вплив елементів агротехнології на формування продуктивності сорго цукрового. Наукове обґрунтування та практична реалізація поставлених завдань сприятиме максимальному використанню потенціалу сорго цукрового в умовах Лісостепу правобережного.

Наукова новизна дослідження. *Уперше* в умовах Лісостепу правобережного дано комплексну оцінку та встановлено особливості формування врожаю сорго цукрового, як енергетичної культури, залежно від вирощування середньоранніх та середньопізніх гібридів та застосування в

комплексі стимулятора росту, різних варіантів ширини міжрядь та густоти рослин.

Удосконалено технологію вирощування сорго цукрового в умовах Лісостепу правобережного шляхом впровадження нових гібридів та оптимізації ширини міжрядь та густоти рослин, застосування стимуляторів росту рослин.

Встановлено, що оптимально вирощувати середньопізній гібрид сорго цукрового Довіста з шириною міжряддя 45 см, густрою 250 тис. шт/га, застосовувати стимулятор росту Вимпел 2 для оброблення насіння та позакоренево у фазу кушіння рослин.

Дістали подальшого розвитку питання встановлення закономірностей росту і розвитку досліджуваних гібридів сорго цукрового, виявлення особливостей формування листкової поверхні та засвоєння рослинами фотосинтетичної активної енергії; питання визначення біоенергетичної та економічної ефективності вирощування сорго цукрового.

Практичне значення отриманих результатів. На основі результатів польових досліджень та їх виробничої перевірки розроблено науково обґрунтовану систему застосування стимулятора росту та формування оптичної щільності посівів за рахунок підбору ширини міжрядь та густоти рослин за вирощування сорго цукрового як біоенергетичної культури. Оптимальні схеми застосування стимулятора росту рослин та ширини міжрядь і густоти посівів забезпечують формування у гібрида Довіста продуктивності зеленої маси на рівні – 98,8 т/га та 93,5 т/га у гібрида Гулівер та збору енергії відповідно 548,16 – 467,62 ГДж/га. Впроваджено у виробництво рекомендовані елементи технології вирощування, які сприяють збільшенню урожайності й підвищенню збору біопалива з одиниці площі сорго цукрового.

Основні результати досліджень. Встановлено, що тривалість вегетаційного періоду від сходів до викидання волоті в гібрида Довіста становило 72 доби, а в гібрида Гулівер – 62 доби. Застосування обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/т) та його позакореневогвнесення в фазу

кущення (0,5 л/га) сприяло скороченню тривалості вегетативного періоду в гібрида Довіста з 75 діб до 69 діб, а в гібрида Гулівер з 66 до 59 діб.

Досліджено, що загальна тривалість вегетаційного періоду в гібрида Довіста була на рівні 133 доби (середньопізній), а в гібрида Гулівер – 110 діб відповідно (середньоранній). За застосування стимулятора росту Вимпел 2 ріст та розвиток рослин гібрида Довіста пришвидшувався на 7 діб, а рослин гібрида Гулівер на 9 діб відповідно.

Визначено, що досліджувані фактори експерименту впливали комплексно на виживання рослин впродовж вегетації та густоту посівів на час збирання. Так, за збільшення густоти стояння рослин створювались кращі умови для їх виживання при застосуванні обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/т) та другого позакореневого застосування в фазу кущення (0,5 л/га). Густота стояння рослин сорго 250 тис. шт./га сприяла формуванню більшої вегетативної маси у варіантах внесення препарату Вимпел 2 на 12,2 та 15,8 тис. шт./га за ширини міжрядь 45 см та відповідно 18,2 та 14,8 тис. шт./га у міжряддях 70 см.

Встановлено, що на формування повторного забур'янення сорго цукрового найбільш суттєвий вплив чинить застосування стимулятора росту рослин Вимпел 2 в сумі дії факторів – за ширини міжрядь 45 см та густоти стояння рослин сорго цукрового 250 тис. шт./га. Так, у посівах гібрида Довіста було 10,2 шт./м² рослин бур'янів, які формували вегетативну масу 73,0 г/м² та суху – 25,0 г/м², у посівах гібрида Гулівер 10,5 шт./м² рослин бур'янів, які формували вегетативну масу 101,0 г/м² та суху – 32,8 г/м².

Доведено, що в фазу викидання волоті в середньому по досліді формувалось 36,8 тис м²/га листової поверхні: рослини гібрида Довіста утворювали на рівні 34,9-40,8 тис м²/га, а в гібрида Гулівер відповідно 34,7-38,0 тис м²/га. Максимальна площа листової поверхні в досліді досягала в фазу молочної стиглості зерна сорго. Так, в середньому по досліді утворювалось 45,8 тис м²/га листової поверхні: рослини гібрида Довіста утворювали на рівні 42,2-50,6 тис м²/га, а в гібрида Гулівер відповідно 43,2-51,6

тис м²/га. В цю фазу за застосування стимулятора росту Вимпел 2 максимальні показники площі листової поверхні в досліді формувались у гібрида Довіста за вирощування з шириною міжрядь 70 см та густотою стояння 200 тис. шт./га – 40,8 тис м²/га, а в гібрида Гулівер відповідно 38,0 тис м²/га.

Встановлено, що сорго цукрове до фази викидання волоті накопичує в рослинах до 50% від загальної кількості сухої речовини, синтезованої впродовж вегетаційного періоду. Максимальні значення сухої речовини в цю фазу утворювались за застосування стимулятора росту рослин Вимпел 2 за вирощування рослин з шириною міжрядь 45 см та густотою рослин 250 тис. шт./га в гібрида Довіста – 1306,3 г/м², а в гібрида Гулівер відповідно 1061,3 г/м². За густоти рослин 250 тис. шт./га і збільшення ширини міжрядь до 70 см, за рахунок конкурентної боротьби з бур'янами в гібрида Довіста було сформовано сухої речовини 1075,0 г/м², а в гібрида Гулівер відповідно 813,7 г/м². Найменша густота рослин неефективно протистояла повторному забур'яненню посівів, тому у них рослини утворювали найменші в досліді показники збору сухої речовини.

Досліджено, що вміст суми хлорофілів *a* і *b* в фазу викидання волоті в середньому становив: для гібрида Довіста – 9,0 без застосування регулятора росту та 9,3 мг/кг сухої речовини з застосуванням препарату Вимпел 2, а в гібрида Гулівер – 8,9 і 9,5 мг/кг відповідно. Загалом прибавка вмісту хлорофілу становила 0,30 та 0,60% відповідно, що свідчить про позитивний вплив стимулятора росту на стан фотосинтетичної системи рослин.

Визначено, що в період викидання волоті – молочнастиглість, фотосинтетичний потенціал посівів сорго був максимальним, порівняно з іншими міжфазними періодами. Максимальні параметри ФП встановлені за вирощування гібрида Довіста з шириною міжрядь 70 см та густотою стояння 200 тис. шт./га – 1,54-1,56 тис.м²/га. У гібрида сорго цукрового Гулівер можна відзначити максимальні показники ФП у варіанті з шириною міжрядь 45 см та густотою стояння 200 тис. шт./га за застосування стимулятора росту рослин Вимпел 2 – 1,47 тис.м²/га.

Встановлено, що в міжфазний період молочна – воскова стиглість в середньому по досліді показник ЧФП досягав $5,36 \text{ г/м}^2$ за добу: в гібрида Довіста $3,92 \text{ г/м}^2$ за добу, а в Гулівера – $6,80 \text{ г/м}^2$ за добу сухої речовини. Максимальні показники накопичення сухої речовини одиницею площі листової поверхні виявлені за густоти стояння 250 тис. шт./га та ширини міжрядь 45 см і обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2. За таких умов рослини гібрида Довіста формували $6,6 \text{ г/м}^2$ за добу, а Гулівер – $10,9 \text{ г/м}^2$ за добу сухої речовини.

Розраховано, що в фазу виходу в трубку суттєво активізувались процеси росту та розвитку рослин сорго цукрового, а тому значно зросло засвоєння рослинами сонячної енергії. Так, в середньому по досліді ККД ФАР був на рівні 2,91 %: в гібрида Довіста – 2,99 % та в гібрида Гулівер 2,84 % відповідно. Максимальні значення ККД ФАР отримані за вирощування рослин сорго з густотою рослин 250 тис. шт./га та застосування стимулятора росту Вимпел 2 і ширини міжрядь 45 см: в гібрида Довіста – 5,2 %, а в гібрида Гулівер – 4,7 %.

За результатами проведених досліджень встановлено, що збільшення густоти стояння рослин сорго цукрового супроводжується підвищенням урожайності зеленої та сухої маси. Так, за вирощування сорго цукрового з шириною міжрядь 45 та 70 см і густотою рослин 150 тис. шт./га отримані мінімальні показники урожайності біомаси в досліді – 47,0-69,1 т/га.

Вирощування досліджуваних гібридів за різної ширини міжрядь незначно вплинуло на формування рівня їх продуктивності – всього в межах 10 %, що пояснюється ідентичними особливостями площ живлення рослин за однакових густот рослин. Однак, не зважаючи на те, що гібриди Довіста та Гулівер селекції однієї установи оригінатора, їх відмінності в тривалості вегетаційного періоду (середньоранній та середньопізній) позначились і на формуванні рівня продуктивності посівів в межах 13 %.

Встановлено, що найвищу врожайність зеленої маси за густоти 250 тис. рослин на гектарі та обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/т) + позакореневого застосування в фазу кущення (0,5 л/га) забезпечив гібрид

Довіста – 98,8 т/га, що на 5,3 т/га більше, ніж у гібрида Гулівер за ширини міжрядь 45 см.

За вирощування сорго цукрового з шириною міжрядь 45 та 70 см і густотою рослин 150 тис. шт./га отримані мінімальні показники накопичення сухої речовини в досліді – 6,5-9,5 т/га. За густоти 250 тис. рослин на гектарі врожайність сухої маси у гібрида Довіста у цих варіантах була – 25,6 т/га і 21,4 т/га у гібрида Гулівер.

У варіантах обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/т) + позакореневе застосування в фазу кущення (0,5 л/га) у гібрида Довіста різниця з контрольними варіантами без обробки на ширині міжрядь 45 см та різних густотах рослин становила 1,3-4,3 т/га, а за ширини міжрядь 70 см – 1,2-3,5 т/га відповідно. Аналогічно в гібрида Гулівер, за ширини міжрядь 45 см отримали прибавку сухої речовини на рівні 1,7-3,9 т/га, а аналогічні варіанти густот досліді за ширини міжрядь 70 см забезпечили збір сухої речовини сорго цукрового на 1,3-3,0 т/га вище контрольних варіантів.

Встановлено, що в фазу фізіологічної стиглості зерна вміст загальних цукрів в стеблах сорго цукрового в середньому по досліді був на рівні 15,0 %, в гібрида Довіста – 15,4 % та в гібрида Гулівер – 14,7 %. Варіанти різних густот рослин незначно та недостовірно відрізнялись за вмістом цукрів в стеблах сорго між собою і лише за густоти 150 тис. шт./га показники були мінімальними по досліді. За обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/т) + позакореневе застосування в фазу кущення (0,5 л/га) отримано прибавку вмісту цукрів у гібрида Довіста за ширини міжрядь 45 см та різних густот рослин 0,6-0,8 %, а за ширини міжрядь 70 см – 0,6-0,7 % відповідно. Аналогічно в гібрида Гулівер за обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/т) + позакореневого застосування в фазу кущення (0,5 л/га) за ширини міжрядь 45 см отримали прибавку вмісту загальних цукрів на рівні 0,1-1,0 %, а аналогічні варіанти за ширини міжрядь 70 см забезпечили прибавку на 0,5-0,9 % вище контрольних варіантів.

Визначено, що сумарний вихід енергії з отриманим врожаєм формувалася

як складова виходу біоетанолу твердого біопалива з стандартною вологістю 11%. Так, максимальні показники отримано за ширини міжрядь в 45 см та збільшення густоти стояння рослин до 250 тис. шт./га і застосування обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/т) + позакореневого застосування в фазу кушення (0,5 л/га). Так, в гібрида Довіста збір енергії з 1 га був 457,35 ГДж/га, в гібрида Гулівер відповідно 467,82 ГДж/га. Відповідно за ширини міжрядь в 45 см та застосування обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/т) + позакореневого застосування в фазу кушення (0,5 л/га) посіви формували максимальні значення виходу твердого біопалива. Так, за густоти посівів 250 тис. шт./га в гібрида Довіста КЕЕ був 14,46, а в гібрида Гулівер відповідно 12,34.

Встановлено, що отриманий у досліді прибуток був найвищим у обох досліджуваних гібридів Довіста та Гулівер за сівби насіння з шириною міжрядь 45 см та густотою стояння рослин 250 тис.шт./га та обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/т) + позакореневого застосування в фазу кушення (0,5 л/га) і становив 29225 та 26635 грн./га відповідно. Рівень рентабельності за цих показників найвищий і становить 156,3 % у гібрида Довіста та 142,4 % у гібрида Гулівер.

Впровадження оптимізованої технології вирощування сорго цукрового дозволяють навіть за існуючої економічної ефективності виробництва значно збільшити прибутковість культури, а саме впроваджені нами елементи технології вирощування сприяють покращанню економічних та енергетичних показників виробництва. Так, за застосування технології з оптимізованими її елементами рівень рентабельності збільшився на 94,0 %, прибуток від оптимізації – на 17470 грн./га, коефіцієнт енергетичної ефективності збільшився на 6,6 одиниць.

Ключові слова: сорго цукрове, регулятори росту, урожайність, елементи структури врожаю, коефіцієнт енергетичної ефективності.

SUMMARY

Muzyka O.V. Formation of sugar sorghum yield as energy crop under the conditions of the Forest-Steppe zone of Ukraine. Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of a candidate of agricultural sciences (doctor of philosophy) in the specialty 06.01.09 "Plant Growing" (06 – Agricultural Sciences). – Bila Tserkva National Agrarian University. Bila Tserkva, 2020.

Actuality of theme. In today's conditions of agricultural production, the creation of an effective mechanism for the production and consumption of renewable energy sources in Ukraine is extremely important.

The soil-climatic conditions of Ukraine, especially the southern regions, are quite favorable for the cultivation of all types of sorghum, including sugar, which vegetative biomass is an important raw material for biofuel production. Technologies of energy production from biomass plants are at the beginning of their development in Ukraine but have a strong potential and prospects.

In this regard, sugar sorghum for the production of biofuels is of particular importance. In order to obtain high yields of biomass in conditions of different agroclimatic zones of Ukraine, it is possible to grow modern hybrids of sugar sorghum as energy crops in accordance with the requirements of the technology: use of seeds of modern hybrids, optimization of row spacing and seed sowing standards, crop maintenance, choice of optimal growth stimulants, etc. Therefore, the study of these and other issues of the conditions of the forest-steppe of Ukraine is very relevant.

The scientific novelty of the research. For the first time in the conditions of the Right-bank part of the forest-steppe of Ukraine, a complex assessment was made and the peculiarities of the production of sugar sorghum as an energy culture, depending on the growth of medium and medium late hybrids and application in the complex of growth stimulator, different variants of row spacing and plant density were studied.

The technology of cultivating sugar sorghum in the conditions of the Right-bank part of the forest-steppe of Ukraine has been improved through the introduction of new hybrids and optimization of row spacing and plant density, the use of plant growth promoters.

Further development of the issue of establishing the patterns of growth and development of the investigated hybrids of sugar sorghum, the study of the special features of the formation of the leaf surface and the assimilation of photosynthetic active energy by plants; the issue of determining the bioenergy and economic efficiency of cultivating sugar sorghum.

The practical value of the results obtained. Based on the results of field research and their production testing, a scientifically grounded system of application of the growth stimulator and the formation of optical density of crops was developed through the selection of row spacing and plant density in the cultivation of sugar sorghum. Optimal schemes for application of growth regulator and spacer spacing and crop density provide yield formation at 5.27 t / ha for the Kano variety.

Main research results. It was established that the length of the growing season from the ladder to the throwing of the vole into the Dovista hybrid was 72 days and in the Huliver hybrid - 62 days. But the use of seed treatment with a growth stimulator Vympel 2 (0,5 l/t) and its application to the buckling phase (0,5 l/ha) contributed to the reduction of the duration of the vegetative period in the Dovista hybrid from 75 days to 69 days, and in the hybrid Huliver from 66 to 59 days.

It was investigated that the total duration of the growing season in the Dovista hybrid was at the 133 days (medium late) and in the Huliver hybrid - 110 days, respectively (mid-morning). For the use of growth stimulator Vympel 2, the growth and development of plants of the hybrid Dovista was accelerated by 7 days and plants of the hybrid Gulliver for 9 days, respectively.

It was determined that the factors of the experiment on plant survival during vegetation and crop density at the time of harvesting were influenced in a complex way. Thus, for increasing the seed sowing rate, better conditions were created for their survival in the application of seed treatment with growth stimulator Vympel 2

(0,5 l/t) and the second foliar application in the buccal phase (0,5 l/ha). By analogy with the previous seeding standards of the studied hybrids, the use of the norm of 250 thousand pcs./ha contributed to the formation of a greater plant density at Vympel 2 preparations for 12.2 and 15.8 thousand pcs / ha for row spacings of 45 cm and 18 respectively , 2 and 14,8 thousand pieces / hectare on the row spacings of 70 cm.

It was established that on the formation of re-insemination of sorghum, the most effective effect is the application of the plant growth stimulator Vympel 2 in the amount of action factors - for spacings of spacings of 45 cm and the norm of sowing of plants of sugar sorghum 250 thousand pieces / hectare of seeds. Thus, in the Dovista hybrid, there were 10.2 pcs./m² of weed plants, and they formed a vegetative mass of 73.0 g/m² and dry - 25.0 g/m², while the Huliver hybrid was 10.5 pc/m² of weed plants, and they formed a vegetative mass of 101.0 g/m² and dry - 32.8 g/m².

It has been proved that in the phase of discharging, on average, 36.8 thousand m²/ha of leaf surface was formed on the experiment, while from the plants of the Dovista hybrid they were formed at the level of 34.9-40.8 thousand m²/ha, while in the Huliver hybrid, respectively, 34.7- 38,0 thousand m²/ha. But the maximum area of the leaf surface in the experiment was reached in the phase of milk ripeness of grain of sorghum. Thus, on average, 45.8 thousand m²/ha of leaf surface were created on the experiment, and from the plants of the hybrid Dovista formed at the level of 42.2-50.6 thousand m²/ha, and in the Huliver hybrid, respectively, 43.2-51.6 thousand m²/ha. In this phase, for the application of the growth stimulator Vympel 2, the maximum indices of the area of the leaf surface in the experiment were formed in the hybrid Dovista for cultivation with a width of rows of 70 cm and a density of 200 thousand pcs./ha - 40,800 m²/ha, and in the Huliver hybrid respectively 38,0 thousand m²/ha.

It was found that sorghum sugar to the phase of throwing the vole accumulates in plants up to 50% of the total amount of dry matter synthesized during the growing season. But the maximum values of dry matter in this phase were formed for the application of growth stimulator plants Vympel 2 and for the cultivation of plants with an intermediate row width of 45 cm and a seeding rate of 250 thousand pounds

per hectare in the hybrid Dovista - 1306.3 g/m², and in the hybrid Huliver respectively 1061.3 g/m². For the sowing of plants with greater spacing between rows, due to competitive weed control in the Dovista hybrid, dry matter was formed 1075.0 g/m², while in the Huliver hybrid, respectively, it was 813.7 g/m². Minimum seeding rates were also ineffectively opposed to re-insemination of crops, so on them the plants formed the smallest in the experiment, the indicators of collecting dry matter.

It was investigated that the content of the sum of chlorophylls a and b in the phase of discharging the vultures on average was: for the hybrid Dovista - 9,0 without the use of growth regulator and 9,3 mg/kg of dry matter with the use of the preparation Vympel 2, and in the Huliver hybrid - 8,9 and 9.5 mg/kg respectively. In general, the increase in the content of chlorophyll was 0.30 and 0.60 %, respectively, indicating a positive effect of the growth stimulator on the state of the photosynthetic system of plants.

It was determined that during the period of voiding of the vole - milk rudeness, the photosynthetic potential of sorghum seedlings was maximal compared with other interphase periods. The maximum parameters of the AF were for the cultivation of the hybrid Dovista with a width of rows of 70 cm and a seeding rate of 200 thousand pcs/ha - 1,54-1,56 thousand m²/ha. But for the hybrid of sorghum sugar Huliver it is possible to note the maximum parameters of AF in the variant with the width of row spacings of 45 cm and the norm of sowing 200 thousand pcs./ha for the application of growth stimulator plants Vympel 2 - 1,47 thousand m²/ha.

It was found that in the interphase period, milk maturation - wax maturation in the average of the experiment - was 5.36 g/m² per day for the ChFP, in the Dovista hybrid 3.92 g/m² per day, and at Huliver - 6.80 g/m² per day dry matter. The maximum accumulation of dry matter per unit area of the leaf surface was 250,000 pounds per hectare and the width of row spacings of 45 cm and seed treatment with growth stimulator Vympel 2. Under such conditions, plants of the hybrid Dovista formed 6.6 g/m² per day and Huliver - 10.9 g/m² per day of dry matter.

It was calculated that the processes of growth and development of sugar sorghum plants were considerably intensified in the phase of the outlet into the tube, and therefore the plant's absorption of solar energy significantly increased. So, on average, on experience, the efficiency of the FAR was at 2.91 %, and in the Dovistahybrid - 2.99 % and in the Huliver hybrid 2.84 % respectively. The maximum values of the efficiency of the FAR were obtained for the cultivation of sugar sorghum plants with the seed rate of 250 thousand pounds per hectare and the use of growth stimulator Pimpel 2 and the width of the row spacings of 45 cm in the hybrid Dovista - 5,2%, and in the Huliver hybrid - 4,7% .

According to the results of the conducted studies, increasing the density of plants of sugar sorghum is accompanied by an increase in the yield of green and dry mass. So, for the cultivation of sugar sorghum with a width of between 45 and 70 cm and seed rate of 150 thousand pcs. / Ha, we obtained the minimum indices of biomass yield in the experiment - 47,0-69,1 t/ha.

The growth of the hybrids under study at different widths of row spacings slightly influenced the formation of their productivity level - only within 10%, which is explained by identical features of the feeding areas of plants under the same seed rates. However, despite the fact that hybrids Dovista and Huliver selection of one establishment of the originator of their differences in the length of the growing season (mid and mid-late) also affected the formation of the productivity of crops within 13 %.

It was established that the highest yield of green mass per density of 250 thousand plants per hectare and seed treatment with a growth stimulator Vympel 2 (0,5 l/t) + till application in the buckling phase (0,5 l/ha) provided the Dovista hybrid - 98,8 t / ha, which is 5.3 t / ha more than the Huliver hybrid for rows widths of 45 cm

For the cultivation of sugar sorghum with a width of rows of 45 and 70 cm and a sowing rate of 150 thousand pcs./ha, we obtained the minimum values of accumulation of dry matter in the experiment - 6,5-9,5 t/ha. But because of the

density of 250 thousand plants per hectare, the yield of dry weight in the Dovista hybrid in these variants was - 25.6 t / ha and 21.4 t / ha in the Huliver hybrid.

On variants of seed treatment with growth stimulator Vympel 2 (0,5 l/t) + foliar application in the buckling phase (0,5 l/ha) in the hybrid Dovista difference with the control variants without processing at a row spacing of 45 cm and different seed rates was 1,3-4,3 t/ha, and for the widths of rows of 70 cm and different densities - 1,2-3,5 t/ha, respectively. Similarly, in the Huliver hybrid for widths of rows of 45 cm, we received an increase in dry matter at the level of 1.7-3.9 t/ha, and similar variants of the experiment for the width of rows of 70 cm ensured the collection of dry matter of sugar sorghum by 1.3-3.0 t / ha above the control options.

It was established that in the phase of physiological maturity of grain the content of total sugars in sorghum starches was 15.0% on average in the experiment, while in the hybrid Dovista - 15.4% and in the Huliver hybrid - 14.7%. Variants of different sowing standards were insignificant and insignificant for the content of sugars in sorghum stems with each other and only for the sowing rates 150 thousand pcs./ha the indices were minimal in experiment. But for the processing of seeds by the growth stimulator, Vympel 2 (0.5 l/t) + Foliar application in the buccal phase (0.5 l/ha), an increase in sugar content in the hybrid Dovista was obtained for the width of rows of 45 cm and various seeding standards 0.6 -0,8%, and for the width of rows of 70 cm - 0,6-0,7%, respectively. Similarly, in the Huliver hybrid, seeds of growth stimulator Vympel 2 (0.5 l/t) + foliar application in the buckling phase (0.5 l/ha) for widths of rows of 45 cm received an increase in the content of total sugars at the level of 0.1-1,0%, and similar variants for the width of rows of 70 cm provided an increase of 0.5-0.9% above the control options.

It is determined that the total energy output with the resulting crop was formed as a component of the solid biofuel obtained with a standard humidity of 11% and bioethanol. Thus, the maximum values were obtained for widths of row spacings of 45 cm and an increase in the seed rate to 250 thousand pcs./ha and the application of seed treatment with growth stimulator Vympel 2 (0,5 l/t) + foliar application in the buccal phase (0,5 l/ha). So, in the Dovista hybrid, the energy collection from 1

hectare was 457.35 GJ/ha, while in the Huliver hybrid, respectively, 467.82 GJ/ha. Correspondingly, for widths of row spacings of 45 cm and application of seed treatment with growth stimulator Vympel 2 (0.5 l/t) + foliar application in the buckling phase (0.5 l / ha) crops formed the maximum values of the yield of solid biofuels. Thus, for a density of 250 thousand pcs./ha in the hybrid Dovista KEE was 14.46, and in the hybrid Huliver, respectively, 12.34.

It was established that the profit obtained in the experiment was the highest both in the Dovista hybrid and in the Gulliver hybrid for sowing seeds of 45 cm row spacings and planting density of 250 thousand pounds per hectare and seed treatment with a growth stimulator Vympel 2 (0.5 l/t) + foliar application in the buckling phase (0.5 l/ha) and amounted to 29,225 and 26,635 UAH/ha, respectively. The profitability level for these indicators is the highest and stands at 156.3% for the Dovista hybrid and 142.4% for the Huliver hybrid.

Research into the implementation of optimized sugar sorghum cultivation technology, even with the existing economic efficiency of production, can significantly increase the profitability of the crop, in particular, the elements of the cultivation technology introduced by us contribute to the improvement of economic and energy indices of production. Thus, for the application of technology with its optimized elements, the level of profitability increased by 94.0%, profit from optimization - by 17470 UAH / hectare, the coefficient of energy efficiency increased by 6.6 units.

Keywords: sugar sorghum; growth regulator; yield; yield structure component; products; energy efficiency.

Список публікацій за темою дисертації

Статті в наукових фахових виданнях

1. Сторожик Л.І., **Музика О.В.** Фотосинтетичний потенціал посівів сорго цукрового в умовах Центрального Лісостепу України. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України*. Київ, 2017. Вип. 25. С. 79–85. (65%, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

2. Сторожик Л.І., **Музика О.В.** (2017). Формування структурних показників урожаю сорго цукрового залежно від елементів технології вирощування. *Новітні агротехнології*. № 5. URL: <http://jna.bio.gov.ua/>(65 %, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті)

3. **Музика О.В.** Фотосинтетичні параметри гібридів сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, норми висіву та обробки регулятором росту в умовах Центрального Лісостепу України. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України*. Київ, 2018. Вип. 26. С. 79–85.

4. Сторожик Л.І., **Музика О.В.** Ефективність вирощування сорго цукрового для переробки на біопаливо *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 108. С. 91–100. (65%, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

5. Сторожик Л.І., Музика О.В. Особливості формування продуктивності гібридів сорго цукрового залежно від впливу агротехнічних факторів: ширини міжрядь, густоти посівів та обробки регулятором росту. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Vol. 15, № 2. С. 171-181. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.173567> (65%, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

Тези доповідей наукових конференцій

6. Музика О.В. Ростові процеси сорго цукрового за використання регулятора росту Вимпел. Міжнародна науково-практична конференція Новітні агротехнології: теорія і практика, присвячена 95-річчю Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ, 11 липня 2017 року. С 121.

7. Музика О.В. Фотосинтетичний потенціал посівів сорго цукрового в умовах Центрального Лісостепу. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції Аграрна освіта та наука: Досягнення, роль, фактори росту Інноваційні технології в агрономії, агрохімії та екології. Землеустрій та кадастри у сучасних умовах: проблеми та вирішення. 27-28 вересня 2018 року. Біла Церква. 2018. С. 8.

8. Музика О.В. Біометричні показники урожаю сорго цукрового у зоні Лісостепу України. Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва. II Міжнародної науково-практичної конференції . 25-26 жовтня 2018 р. Харків. С 179.

Методичні рекомендації

9. Присяжнюк О.І., Каленська С.М., Сторожик Л.І., **Музика О.В.**, Карпук Л.М., Каражбей Г.М., Зінченко О.А., Завгородня С.В. Порівняння міжнародних та вітчизняних шкал росту та розвитку рослин роду сорго (*Sorghum*): методичні рекомендації. Київ: Нілан-ЛТД, 2019, 32 с. (50% проведення досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання рекомендацій).

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	2
ВСТУП	19
Розділ 1. ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО ЦУКРОВОГО (огляд наукової літератури)	25
1.1. Перспективи використання в Україні сорго цукрового та його ботанічна характеристика і біологічні особливості	25
1.2. Рівень впливу ширини міжрядь та густоти рослин на ріст, розвиток та врожайність сорго цукрового	30
1.3. Ріст та розвиток сорго цукрового за застосування стимуляторів росту	35
1.4. Адаптивний потенціал сортів та гібридів сорго цукрового в умовах Лісостепу правобережного	40
Розділ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	45
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови зони проведення досліджень	45
2.2. Фізико-агрохімічна характеристика ґрунту дослідних ділянок	47
2.3. Погодні умови в роки досліджень	48
2.4. Схеми та методика проведення досліджень	55
2.5. Особливості технології вирощування сорго цукрового на дослідних ділянках	59
2.6. Характеристика гібридів та препарату, який використовували під час досліджень	61
Розділ 3. ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ СТРУКТУРИ ВРОЖАЮ СОРГО ЦУКРОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ	67
3.1. Біометричні показники сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту	68

3.2. Специфіка забур'янення посівів сорго цукрового	75
3.3. Рівень впливу елементів технології на структурні показники врожаю сорго цукрового	80
Розділ 4. ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО ЦУКРОВОГО	110
4.1. Урожайність біомаси сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту	111
4.2. Якість біомаси сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту	118
Розділ 5. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЦУКРОВОГО	130
5.1. Енергетична оцінка вирощування сорго цукрового	130
5.2. Економічна оцінка вирощування сорго цукрового	136
5.3. Порівняльний аналіз відомої та оптимізованої технології вирощування сорго цукрового	140
ВИСНОВКИ	143
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	147
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	148
ДОДАТКИ	168

ВСТУП

Постійне підвищення цін на енергоресурси та погіршення екологічного стану довкілля внаслідок безупинного споживання викопних палив з кожним роком все більше турбують суспільство усіх країн світу. А тому все більш актуальним напрямом розвитку аграрної сфери є виробництво енергії з біомаси.

Біомаса – четверте за значенням паливо у світі, дає близько 2 млрд. т умовного палива на рік, що становить близько 14% загального споживання первинних енергоносіїв у світі, при цьому понад 70% поновлюваних джерел енергії походить з неї.

У формуванні енергетичної незалежності України, в тому числі й АПК, важливу роль мають відігравати поновлювані джерела енергії, яких згідно з вимогами ЄС, кожна країна повинна мати в 2020 році – 20%.

В умовах енергетичної та екологічної кризи однією з найперспективніших кормових, харчових і енергетичних культур є цукрове сорго, яке є посухостійкою, солетривкою та непримхливою до ґрунтів культурою.

Актуальність теми: В сучасних умовах аграрного виробництва надзвичайно важливого значення набуває створення дієвого механізму виробництва та споживання відновлювальних джерел енергії в Україні.

Сорго цукрове (*Sorghum saccharatum* (L.) Pers) – перспективна сировина для промислового перероблення. Ґрунтово-кліматичні умови України, особливо південні райони, цілком сприятливі для вирощування всіх видів сорго, у тому числі й цукрового. Технології виробництва енергії з біомаси рослин знаходяться на початку свого розвитку в Україні, проте мають потужний потенціал і перспективи.

Формування біомаси – один із важливих елементів оцінювання агротехнології. Ефективними засобами збільшення біомаси сорго цукрового є вирощування сучасних високопродуктивних гібридів, оптимізація ширини міжрядь і густоти рослин, догляд за посівами, вибір оптимальних стимуляторів росту. Нині недостатньо вивчено вплив елементів агротехнології на

формування продуктивності сорго цукрового. Наукове обґрунтування та практична реалізація поставлених завдань сприятиме максимальному використанню потенціалу сорго цукрового в умовах Лісостепу правобережного.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Дослідження за темою дисертаційної роботи виконані впродовж 2016-2018 рр. і є складовою частиною досліджень Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН згідно з ПНД 16 «Біоенергетичні ресурси» за завданням 16.00.02.01.Ф «Розробити методичні основи та здійснити порівняльну оцінку енергетичного потенціалу різних генотипів цукрового сорго та елементів технології їх вирощування як сировини для виробництва біопалива в різних ґрунтово-кліматичних зонах України» (номер ДР 0116U002197), завданням 16.00.03.10.П «Створити бази даних технологій вирощування різних видів енергетичних культур» (номер ДР 0116U000389).

Мета і завдання дослідження є: встановлення особливостей росту і розвитку та формування високого рівня продуктивності середньоранніх та середньопізніх гібридів сорго цукрового за вирощування як енергетичної культури для виробництва біопалива.

Для досягнення поставленої мети передбачається вирішити такі завдання:

–встановити рівень впливу елементів технології вирощування на ріст і розвиток рослин гібридів сорго цукрового;

–визначити сортові особливості формування листкового апарату рослинами сорго цукрового та ефективність його роботи залежно від різної ширини міжрядь, густоти рослин та застосування стимулятора росту;

–встановити оптимальну ширину міжрядь та густоту рослин сорго цукрового, які забезпечували б формування високопродуктивних агрофітоценозів;

–виявити оптимальні параметри фотосинтетичної діяльності посівів з метою оптимізації елементів структури врожаю для реалізації біологічного потенціалу гібридів;

–експериментально обґрунтувати оптимальну густоту рослин та ширину міжрядь сорго цукрового, їх вплив на формування врожаю та його якість;

–дати економічну і енергетичну оцінку ефективності вирощування сорго цукрового як енергетичної культури.

Об’єкт дослідження– процеси росту, розвитку та формування продуктивності сорго цукрового.

Предмет дослідження – гібриди сорго цукрового, варіанти застосування стимулятора росту, різної ширини міжрядь та густоти стояння рослин, агрономічна і біоенергетична їх ефективність.

Методи дослідження. Використовували загальнонаукові й спеціальні методи досліджень. Серед загальнонаукових такі як: *гіпотеза* – для вибору напрямків досліджень; *експеримент* – вивчення об’єкту та процесів, що відбуваються в ньому; *спостереження* –виявлення кращих варіантів досліду, які сприяють підвищенню врожайності та поліпшенню якості сорго цукрового.

До спеціальних методів можна віднести такі як: *польовий* – встановлення достовірних різниць між варіантами досліду; *вимірювально-ваговий* –аналіз основних показників морфології рослин; *ваговий* –визначення урожайності; *математично-статистичний* –оцінка достовірності отриманих результатів досліджень, *порівняльно-розрахунковий* –визначення економічної та енергетичної ефективності результатів досліджень.

Наукова новизна дослідження. *Уперше* в умовах Лісостепу правобережного дано комплексну оцінку та встановлено особливості формування врожаю сорго цукрового, як енергетичної культури, залежно від вирощування середньоранніх та середньопізніх гібридів та застосування в комплексі стимулятора росту, різних варіантів ширини міжрядь та густоти рослин.

Удосконалено технологію вирощування сорго цукрового в умовах Лісостепу правобережного шляхом впровадження нових гібридів та оптимізації ширини міжрядь та густоти рослин, застосування стимуляторів росту рослин.

Встановлено, що оптимально вирощувати середньопізній гібрид сорго

цукрового Довіста з шириною міжряддя 45 см, густотою 250 тис. шт/га, застосовувати стимулятор росту Вимпел 2 для оброблення насіння та позакоренево у фазу кушіння рослин.

Дістали подальшого розвитку питання встановлення закономірностей росту і розвитку досліджуваних гібридів сорго цукрового, виявлення особливостей формування листкової поверхні та засвоєння рослинами фотосинтетичної активної енергії; питання визначення біоенергетичної та економічної ефективності вирощування сорго цукрового.

Практичне значення отриманих результатів. На основі результатів польових досліджень та їх виробничої перевірки розроблено науково обґрунтовану систему застосування стимулятора росту та формування оптичної щільності посівів за рахунок підбору ширини міжрядь та густоти стояння рослин за вирощування сорго цукрового. Оптимальні схеми застосування стимулятора росту рослин та ширини міжрядь і густоти посівів забезпечують формування угібрида Довістазеленої маси на рівні – 98,8 т/га та 93,5 т/га у гібрида Гулівер та збору енергії відповідно 548,16 – 467,62 ГДж/га.

Впроваджено у виробництво рекомендовані елементи технології вирощування, які сприяють збільшенню урожайності й підвищенню збору біопалива з одиниці площі сорго цукрового.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційну роботу виконано самостійно і для цього: здійснено аналіз літературних джерел за темою дисертації, розроблено програму і схему дослідів, закладено і проведено польові, лабораторні досліді, визначено економічну й біоенергетичну ефективність досліджень, сформовано загальні висновки та пропозиції виробництву. За результатами проведених досліджень підготовлено наукові публікації.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень доповідались на засіданнях лабораторії насіннезнавства та насінництва буряків і біоенергетичних культур та методичної комісії Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (2016–2019 рр.), наукових конференціях:

Міжнародній науково-практичній конференції «Новітні агротехнології:

теорія та практика» (м. Київ, 11 липня 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Аграрна освіта та наука: Досягнення, роль, фактори росту. Інноваційні технології в агрономії, агрохімії та екології. Землеустрій та кадастри у сучасних умовах: проблеми та вирішення» (м. Біла Церква, 27-28 вересня 2018 р.).

Публікації результатів досліджень. Основні положення дисертації викладено у восьми наукових працях, із них: п'ять статей у наукових фахових виданнях України (з яких дві публікації входять до міжнародних наукометричних баз), три – тези доповідей, одна – методичні рекомендації.

Обсяг і структура дисертації. Дисертаційну роботу у вигляді рукопису викладено на 169 сторінках комп'ютерного набору, містить 21 таблицю, 4 рисунки. Робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків та рекомендацій виробництву. Список використаних джерел налічує 219 найменувань, з яких 14 латиницею.

РОЗДІЛ 1
ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА
ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО ЦУКРОВОГО
(огляд наукової літератури)

1.1. Перспективи використання в Україні сорго цукрового та його ботанічна характеристика і біологічні особливості

В глобальному плані існує велетенська потреба біопалива, що передусім пов'язано не тільки проблемами екології та потребою зниження викидів парникових газів, а й з підвищенням вартості викопних видів палива, ускладненням їх видобутку та вичерпанням відомих ресурсів [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Крім того, за Кіотським протоколом поновлювальні джерела енергії забезпечують 2,7% електроенергії, а от за прогнозами Енергетичної асоціації до 2030 р. виробництво біопалива в світі зросте з 40 млн. т енергетичного еквівалента станом на 2007 році до 150 млн. т умовного палива [129; 161; 179].

Відповідно Україна споживає більше енергії чим виробляє. Так, в нашій країні щороку споживається близько 200 млн. т умовного палива і лише 53% власного виробництва. Зважаючи на такий енергодефіцитний баланс найбільш перспективним є виробництво двох видів біопалива – біоетанолу та пелет. Саме такі види палива здатне забезпечити сорго цукрове за переробки його на біоетанол [75; 102; 103; 160].

Загалом же в Україні, не зважаючи на високу потребу альтернативних джерел енергії та можливості їх виробництва, дана галузь економіки розвивається дуже мляво, оскільки паливно-енергетичний комплекс країни базується на імпорті енергетичної сировини. А тому для України актуально не тільки досліджувати нові альтернативні джерела енергії, а й створювати передумови стійкого розвитку біоенергетики з постійним зменшенням частки

викопних видів палива [82; 85; 106].

Досвід провідних країн світу показує, що ця галузь активно розвивається там, де запроваджено системний підхід, як у вигляді прямої підтримки виробників біопалива чи обладнання для його спалювання, так і стимулювання споживачів біопалива. В Європейському Союзі існують механізми заохочення в вигляді субсидій, дотацій [4; 141].

Найбільш інтенсивновикористовуютьальтернативні джерела енергії такі країни як Японія, США, Бразилія, Європейський Союз, Китай, Індія, Канада. Особливо активного розвитку набуває біоенергетика в таких скандинавських країнах як Данія, Фінляндія. Так, в фінській енергетичній галузі 25% складає деревина та відходи лісопромислового комплексу [101; 104; 105].

В Україні особливо гостро стоїть питання забезпечення природнім газом населення та котелень і ТЕЦ крупних міст. Вартість та колосальне споживання природного газу призводить до підвищення тарифів на теплову енергію. Виходом з ситуації є розробка стратегічних планів енергетичної незалежності та стійкого функціонування регіонів і переведення котелень на відновлювальні джерела енергії [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Тому якіснимресурсом для налагодження стабільного постачання сировини для переробляння на біоетанол, тверді види палива та біогаз є сорго цукрове. Сік сорго цукрового використовується для виробництва біоетанолу, а листко-стеблова маса є сировиною для отримання твердого біопалива, а також для виробництва біогазу [32; 37; 119; 122].

Біологічні особливості сорго цукрового дозволяють вирощувати його практично в усіх частинах Лісостепу та Степу України. В Україні ця культура може посісти чільне місце не тільки серед найбільш важливих сільськогосподарських культур, а й серед біоенергетичних культур. При цьому сорго цукрове дозволяє забезпечити підвищення ефективності виробництва та використання природніх ресурсів за рахунок більш кращого використання факторів живлення, вологи, кліматичного потенціалу місцевості, тощо [Ошибка!

Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Так, сорго цукровеслід розглядати як кормову, важливу у виробництві продуктів харчування, лікарських препаратів, продуктів мікробіологічного синтезу, у виробництві складових компонентів для текстильної та паперової промисловостей культуру[59; 64; 98; 99; 109; 140; 176; 200].

Сорго походить з екваторіальної Африки, а до вторинних центрів поширення можна віднести такі країни як Індія, Китай, Єгипет. В той же час до Європи сорго потрапило в XV ст., а от в Америку лише XVII [197; 204].

Рід сорго (*Sorghum*) налічує від 34 до 50 видів, серед яких є дикі й культурні, однорічні та багаторічні. В Україні поширені: сорго звичайне (двокольорове), сориз, сорго цукрове, сорго-суданковий гібрид, сорго віникове, сорго багаторічне та сорго суданське [20; 73; 189].

Сорго займає п'яте місце за обсягами вирощування серед зернових культур. Опереджають сорго традиційно такі культури як: кукурудза, пшениця, рис та ячмінь. На даний час різноманітні соргові культури вирощуються не тільки в Африці а й в Китаї, Пакистані, Італії [195].

Найбільш актуальним є вирощування сорго в посушливих регіонах. За правильного вибору регіону вирощування, сортів та інших елементів технології вирощування можна ефективно забезпечити біоенергетичну промисловість сировиною. Крім того, у північних регіонах сорго за літо може сформувати 2-3 укуси зеленої маси [162; 170; 171].

Першим етапом вирощування сорго Україні був період 20-30 років минулого століття, коли ця культура набула поширення в Криму, Херсонській, Миколаївській, Запорізькій, Одеській та Дніпропетровській областях на значних площах. Однак в період з 1939 по 1947 посіви значно скоротилися та й залишилися на доволі незначному рівні. Так, станом на 1987 р. в Україні вирощували всього 16,1 тис. га сорго [207; 208; 209].

Занепадом на початку 90-х років тваринництва інтерес до цієї культури ще більш суттєво зменшився і лише впродовж останніх 10 років відбулась

активізація виробників в плані вирощування сорго. Так, починаючи з 2000р., посіви соргових культур зросли з 5 до 70 тис. га і більше [173; 175; 177].

В той же час, аналіз площ, зайнятих під вирощуванням, зокрема, сорго цукрового, показує нам, що в останні роки в Україні його висівають щорічно на площі близько 18-25 тис. га [181; 188].

Коренева система сорго добре розвинена, мичкувата та поширюється на глибину до 300 см і в боки на 100-120 см. Проростає сорго одним корінцем, а з розвитком кореневої системи може утворювати з нижніх надземних вузлів повітряні корені [16; 21].

Добре розвинена коренева система ефективно засвоює вологу ґрунту, навіть ту що недоступна для інших культур. Крім того стійкість сорго до посухи в період високих температур липня й серпня забезпечує формування воскового шару на листках та стеблах рослин [151; 139; 166].

Стебло сорго у низькорослих форм досягає висоти 1 м, високорослих – до 3,5 м, а у тропічних регіонах та на поливі може рости заввишки і до 5-7 м. Ранньостиглі сорти формують близько 7-10 міжвузлів на головному стеблі, середньостиглі – 11-15 і пізньостиглі – 16-25 міжвузлів. Довжина міжвузлів варіює залежно від висоти стебла і може бути від 0,4 до 2,1 см у нижній частині його та до 45 см у верхній частині [204; 208].

Стебла сорго цукрового містять в своєму складі при визріванні приблизно 80-90% соку. В соці містяться як прості так і складні цукри, однак найбільшу концентрацію цукрози стебла мають в фазу від воскової до повної стиглості зерна. В цей час відбувається перетворення простих цукрів в цукрозу [41; 45; 71; 152; 164].

Листки у сорго великі, завдовжки 50-100 см, вкриті восковим нальотом, часто з антоціановим забарвленням. В умовах дефіциту вологи листки вкриваються восковим шаром, який запобігає надлишковому випаровуванню [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Клітини продихів мають щільну оболонку, за рахунок якої в випадку дефіциту вологи вони при замиканні не пошкоджуються. А тому рослини

зберігають здатність відновлювати життєдіяльність навіть за тривалої посухи. Ось чому за таких умов вони переходять у стан анабіозу, здатні відновлювати ріст і розвиток навіть після двотижневої посухи [78; 79; 212].

Суцвіття сорго – волоть, вісь якої може бути довжиною від 3 до 50 см, прямою або зігнутою, а при гілкуванні формує бічні гілки першого, другого і наступних порядків. На кінцях гілочок суцвіття розташовані по два-три колоски, з яких один – сидячий двостатевий, плідний, інші – безплідні, чоловічі або стерильні [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Зернівки можуть бути голі або півчасті, округлої, овальної, видовжено-овальної, яйцеподібної форм. Маса 1000 зерен становить 20-40 г, а кількість зерен з волоті від 800 до 3000 [156; 208].

Тривалість вегетаційного періоду у різних видів та сортів сорго перебуває в межах від 75 до 150 днів. Загальноприйнятим є вирощувати скоростиглі сорти на півночі, а сорти з тривалою вегетацією – на півдні, адже врожай сорго залежить від тривалості вегетації [153; 154].

Критичні фази розвитку сорго до високих температур припадають на період розвитку його вегетативної частини. Так, стійкість до посухи у вегетаційний період розвитку генеративної частини – від початку викидання волотей до досягання – значно вища, порівняно з першими фазами розвитку культури [183; 184].

Значну роль у формування високого рівня продуктивності соргових культур відіграє правильно підібраний для умов вирощування сорт або гібрид. Так, важливою умовою підвищення рівня продуктивності сорго цукрового є впровадження у виробництво нових високопродуктивних сортів та гібридів [178; 182].

Станом на 2019р. в Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні, зареєстровано уже 21 сортів та гібридів виключно сорго цукрового, з них 14 належать до вітчизняної селекції.

Порівняно з минулим десятиліттям інтерес до соргових культур значно зріс і зокрема до цукрового сорго. Так, важливим мірилом активізації попиту на сорти та гібриди цукрового сорго є збільшення частки іноземної селекції в структурі реєстру сортів рослин викликане зростанням попиту на вирощування даної культури. Зважаючи на те, що в цілому ситуація в галузі тваринництва не змінилась і кількість поголів'я великої рогатої худоби не зросла, то основним напрямом використання сорго цукрового залишається харчова промисловість та переробка на біопаливо [16; 27; 52; 54; 61; 63; 68].

Сорти та гібриди вітчизняної селекції переважно представлені високопродуктивними генотипами, здатними формувати як великі обсяги біомаси – 72,3-98,7т/га, – так і відносно невелику біомасу з високим вмістом цукрів в соці – Медовий F1. Тому вони з успіхом можуть вирощуватись не тільки на зелений корм, а й для переробки на біоетанол та тверді види палива [219; 177].

1.2. Рівень впливу ширини міжрядь та густоти рослин на ріст, розвиток та врожайність сорго цукрового

Найбільш ефективним способом отримання високого рівня продуктивності рослин сорго цукрового є оптимізація ширини міжрядь та густоти стояння рослин. Однак за надмірного загущення погіршується забезпечення рослин основними елементами живлення та як наслідок формуються низькі показники структури врожаю та якості. За неправильного підбору площі живлення та сівби з невеликими нормами висіву відбувається не тільки нераціональне використання площі поля, а й поширення на вільні екологічні ніші бур'янів. По суті виявлення реакції сорго цукрового на різну ширину міжрядь та норми висіву слід розглядати як актуальну оптимізаційну задачу рослинництва [163; 167; 180; 186].

Науково-обґрунтований вибір ширини міжрядь та норми висіву сорго, залежить від ґрунтово-кліматичних умов, стану ґрунту, його вологості,

біологічних особливостей сортів та гібридів, господарського призначення сівби, тощо [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Відповідно для отримання високого рівня продуктивності слід створити оптимальні умови для рослин сорго цукрового на усіх етапах органогенезу. Адже, відповідно до досліджень чим більш сприятливі умови для утворення зачатків стеблових вузлів, міжвузлів, листків, тим більший урожай надземної маси можна отримати [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

За даними дослідників, широкорядна сівба з шириною міжрядь 45 і 60 см, дозволяє механізувати усі агротехнічні операції по догляду за посівами сорго цукрового та допомагає сформувати рослинам хороший врожай зеленої маси. Однак, такі способи сівби непридатні для вирощування на силос, так як за них рослини утворюють більш жорсткі стебла, здатні протистояти умовам вирощування, але малопридатні для годівлі ВРХ[114; 120].

Тому оптимізація просторового розташування рослин сорго на площі поля є важливою умовою формування високих та стабільних урожаїв. За вирощування з малими нормами висіву рослини сорго інтенсивно кущаться. Однак, коефіцієнт кущення залежить від того яке сорго ми вирощуємо. Зернові сорти сорго мають коефіцієнт кущення в межах 2-5, а от цукрове сорго в основному від 1 до 2[84; 87; 88].

Дослідження проведені щодо вивчення ширини міжрядь в регіонах Поволжя і Північного Кавказу показали ефективність використання звичайних рядкових посівів з міжряддями 15 см, широкорядних з міжряддями 30, 45, 60, 70, 90 см і квадратно-гніздові – 70×70 см в залежності від ґрунтово-кліматичних умов і мети посівів [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

У загущених посівах сорго цукрового відсутній значний коефіцієнт кущення, а тому за таких умов суттєво зростає вміст целюлози та відповідно

зменшується кількість соку і його цукристість в головному стеблі цукрового сорго [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Загалом же густота рослин сорго цукрового має вплив на ріст і розвиток рослин. За різної ширини міжрядь та норми висіву змінюється висота рослин, кущіння, діаметр стебла, площа листової поверхні, чиста продуктивність фотосинтезу, динаміка накопичення зеленої маси та сухої речовини, тощо [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Однак, в той же час, за даними Малиновського Б.М. встановлено що спосіб і норми висіву сорго залежать не тільки від біологічних особливостей сорту та ґрунтово-кліматичних умов а й мети вирощування [132].

Встановлено, що за достатньої вологості ґрунту в загущених посівах рослини затіняють одна одну, а тому загальна висота посівів зростає, врожай зеленої маси збільшується, а вміст сухої речовини знижується порівняно з оптимальною густотою [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Дослідження, проведені Сторожик Л.І., вказують що, ріст і розвиток рослин та формування продуктивності агрофітоценозів сорго цукрового визначаються насамперед погодними умовами, що складаються в період вегетації. Сорго цукрове потребує оптимального і стабільного зволоження, особливо на першому – поява сходів і формування вегетативних органів, – та другому – утворення генеративних органів, – періодах. Оптимальними в ці періоди слід вважати значення гідротермічного коефіцієнту ГТК на рівні 1,1-1,3 і 1,0-1,6 відповідно. За таких умов тривалість міжфазного періоду сходів–кущіння становить 16-19 діб, кущіння–викидання волоті – 35-42 діб, викидання волоті–цвітіння – 7-9 діб, вегетаційний період загалом – 91-132 доби. Встановлено тісну кореляційну залежність між ГТК і польовою схожістю насіння та густотою сходів сорго цукрового (коефіцієнт кореляції $r = 0,92$ та

0,89 відповідно Густота сходів за таких умов була в межах 6,0-6,4 і 8,2-9,5 шт./м відповідно [188; 189].

В дослідженнях, проведених в умовах Білоцерківській дослідній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, досліджувались ширина міжрядь (15, 30, 45 см) та густота рослин (200, 300, 400 тис. шт./га) сорту Силосне 42 та гібрида Медовий. Встановлено, що за 300 тис. шт./га схожих насінин та ширини міжрядь 30 см отримали найбільшу урожайність сорту Силосне 42 – 84,2 т/га та гібрида Медовий 97,5т/га. Дослідження показали що рослини мали найкращий ріст і розвиток за норми висіву 300 тис. шт./га насінин та ширини міжрядь 30 см [51; 57; 123; 124].

Дослідження, проведені в умовах Степу України, свідчать про ефективність вирощування сорго з шириною міжрядь 70-45 см та густотою посівів 80-120тис./га на зернові цілі та 100-160 тис. га за використання на силос [159].

В Степовій зоні за пізніх строків та пунктирного способу сівби з шириною міжряддя 70 см та густотою посівів 300-400 тис. рослин/га можна отримати врожаї зерна сорго на рівні 5,0-7,0 т/га [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Спостереження показали, що з загущенням посівів вміст води в рослинах і окремо у волотях підвищується. З густотою стояння рослин сорго пов'язана також і висота рослин. За достатньої та надмірної вологості ґрунту в загущених посівах рослини затіняють одна одну, тягнуться в висоту, врожай зеленої маси збільшується, а вміст сухої речовини знижується порівняно з оптимальною густотою стояння. Загущення посівів недопустиме за недостатньої кількості вологи в ґрунті [22; 23; 25; 27].

Так, проведення польових дослідів в умовах зрошення в штаті Луїзіана показало, що з зростанням норми висіву сорго за ширини міжрядь 90 см урожайність зеленої маси зростала з 33,0 до 38,0 т/га, а зерна – з 3,77 т/га до 4,93т/га [2].

Досліди, проведені в Астраханській області з сортом Китайський янтар в

умовах зрошення, показали, що кращим способом сівби є квадратно-гніздовий з нормою висіву 300 тис. схожих насінин на гектар, за таких умов врожай зеленої маси був 63,7 т/га, а сухої – 18,9 т/га [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Дослідження особливостей вирощування сорту сорго цукрового Зерноградський янтар показали ефективність широкорядного способу з шириною міжрядь 70 см та нормою висіву 200 тисяч схожих насінин/гектар [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

В зоні нестійкого зволоження Ставропольського краю, кращим способом сівби сорго виявився широкорядний з міжряддями 70 см та густотою 120-150 тис. рослин на гектар [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

В сорту сорго Зерноградське 53 Тохтаров В.П. найбільший збір зеленої маси та абсолютно сухої речовини отримав на варіанті, де на час збирання на 1 гектарі було 185 тисяч рослин (431,5 тис. схожих насінин/га) за вирощування шириною міжрядь 70 см [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

В умовах Оренбургської області працями Сидорова Ю.Н. встановлено, що густина сорго, за вирощування на насінневі цілі не повинна перевищувати 120тис./га [183].

В той же час Ісаков Я.І. отримав дані стосовно того, що густина посівів сорго для ранніх і середньостиглих сортів не повинна перевищувати 140 тис./га, для середньопізніх – 60-80 тисяч рослин на гектар [91; 93].

За даними Brodhead D. та Freemman K. можна стверджувати, що найбільший врожай зеленої маси сорго сорту Ріо в 77,1 т/га отриманий за ширини міжрядь 52,5 см, а от за ширини міжрядь 105 см врожай був меншим та становив всього 63,7 т/га [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Дослідженнями встановлено, що за вирощування сорго сорту Ставропольське 63 урожайність зерна за оптимальної норми висіву 300 тис. шт./га в середньому становила 5,38 т/га [40].

В дослідженнях, проведених вченими університету Чапінго в Мексиці за вирощування сорту Сента-1 з шириною міжрядь 40, 50, 60 см та відстанню між

рослинами в рядку – 10, 12,5 і 16,5 см, визначено, що найбільший врожай зерна – 7,83 т/га отримано в варіанті з міжряддями 60 см і відстанню між рослинами в рядку 10 см [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

За результатами досліджень, проведених в Бразилії встановлено, що максимальні врожаї сорго можуть бути отримані за густоти 66,5 тис. рослин на гектар, та відповідно з відстанню між рядками 75 см та за формування 5 рослин на 1 погонний метр рядка [8].

За вирощування сорго в умовах південно-західних регіонів Франції оптимальною вважається густина рослин 300 тис./га за ширини міжрядь в межах 30-40 см [5].

Більшість дослідників, що проводили вивчення норм висіву та ширини міжрядь сорго цукрового, схиляються до думки, що ці параметри слід уточнити відповідно до сортових особливостей. Так, вивчення різних сортів та гібридів сорго цукрового показує їх різний рівень ефективності та можливості отримання високого виходу сировини на біоенергетичні цілі [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Зважаючи на те, що густина стояння рослин та ширина міжрядь неоднаково впливають на врожайність сорго цукрового, залежно від біологічних особливостей гібрида, норми висіву, а також від ґрунтово-кліматичних умов вирощування, потрібно виважено підходити до вибору цих елементів технології, щоб отримати сировину для переробки на біопаливо високої якості [9; 10; 12; 13; 19; 34].

Отже, доцільно досліджувати й визначати оптимальну ширину міжрядь та густоту рослин сорго цукрового, як елементи інтенсивної технології його вирощування в зоні Лісостепу України.

1.2. Ріст та розвиток сорго цукрового за застосування стимуляторів росту.

Хімічні сполуки, що здатні змінювати обмін речовин і їх швидкість та впливати на фізіологічний стан сільськогосподарських рослин в мінімальних кількостях називаються біологічно активними речовинами. До них відносять ферменти, біогенні стимулятори, феромони, гормони, вітаміни, та інші речовини [33].

Ендогенні фітогормони виробляють самі рослини, основна їх функція полягає в управлінні розвитком рослин. До основних груп фітогормонів належать: цитокініни, етилен, ауксини, гібереліни, брасиностероїди і абсцизова кислота [26; 33].

В даний час існує дуже багато синтетичних аналогів природних сполук, що характеризуються доволі високою фізіологічною ефективністю. Синтетичні регулятори є фізіологічно подібні до ендогенних фітогормонів, зазвичай їх дія спрямована на зміну гормонального статусу рослин, в використовуваних концентраціях не чинять токсичної дії. Крім того, існує безліч комбінованих мікродобрив з регуляторами росту, які за позакореневого застосування можуть слугувати джерелом живлення рослини [44; 49; 80; 206].

Стимулятори росту, які застосовують впродовж фаз активного росту та розвитку рослин, спрямовані на регулювання процесів поглинання рослинами мінеральних сполук, вологи, накопичення речовин, та оптимізації процесів фотосинтезу. Адже, відомо, що оптимальна швидкість фотосинтезу спостерігається тільки в тому випадку, коли концентрації елементів живлення та вологи дозволяють здійснювати всі життєво необхідні обмінні процеси. Тому низька концентрація або відсутність одного або декількох елементів живлення призводять до значного зниження інтенсивності, як фотосинтезу, так і дихання в цілому [146; 199].

Більшість стимуляторів росту, що є похідними органічних кислот, в малих концентраціях стимулюють і активізують стійкість рослин до ушкодження збудниками хвороб. За механізмом впливу ці стимулятори росту не мають конкретних точок впливу, а позитивно впливають на весь організм в цілому. Більшість стимуляторів росту що мають антистресові властивості, крім

рістрегулюючої дії, є каталізаторами стійкості рослин до абіотичних і біотичних факторів (стійкість до посух, заморозків, впливу високих температур повітря, тощо) [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

До групи синтетичних фітогормонів, що проявляють свою стимулюючу дію, входять аналоги ауксинів, такі як масляна і оцтова кислоти, натрієві солі гіберелінових кислот – аналоги гіберелінів; аналоги цитокінінів, аналоги brassinosteroidів [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

До групи стимуляторів росту з ретардантним ефектом входять хлормекватхлорид, триметиламонія, 2-хлоретил-фосфонова кислота, хлорид-N, трінексапак-етил, N-диметил-N (2-хлоретил) гідразин та інші [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

В окрему незалежну групу ріст регулюючих препаратів можна віднести продукти життєдіяльності мікроорганізмів *Pseudomonas aureofaciens*, *Cylindrocarpon magnusianum*, *Acremonium lichenicola*, *Pseudoonas fluorescens*. По суті ці препарати можна віднести до комбінованих, адже в своєму складі вони можуть містити різноманітні стимулятори росту – продукти життєдіяльності мікроорганізмів [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Використання стимуляторів росту, що володіють широким спектром впливу на рослини, дозволяють знизити обсяги застосування засобів захисту культурних рослин від інфекційних хвороб. Знаючи імуностимулюючу дію окремих препаратів, при спільному їх застосуванні з фунгіцидами, можна знизити витрати норми останніх на 23-29%. А отже, це дозволяє отримувати екологічно чисту і безпечну, а так же дешеву продукцію рослинництва [77; 79].

Доволі новим напрямком є використання так званих «біопестицидів», до складу яких входять, в тому числі, і стимулятори росту. До особливостей стимуляторів росту можна віднести те, що вони не порушують клітинний розподіл, а при використанні класичних пестицидів їх токсична дія неминуча для рослини. Адже в основу сучасних препаратів, скажімо гербіцидів, покладені принципи блокування певної ланки передачі або синтезу енергії в

клітинах рослин. А тому пестициди в будь-якому випадку не можна віднести до екологічно безпечних для людини, а їх застосування робить продукцію небезпечною для людини [44; 205].

Стимулятори росту, перш за все є біологічно активними речовинами, однак вони є екологічно безпечнішими для довкілля, ніж хімічні сполуки, аналогів яких немає в рослинному світі. Їх особливістю є те, що поза рослинним організмом вони дуже швидко розкладаються і тому вони не залишаються та не накопичуються в ґрунті. Навіть ті препарати, що містять в своєму складі мікроорганізми або ж виділені з продуктів їх життєдіяльності, характеризуються тим, що вони не отримані шляхом синтезу, а виділені з природних вже існуючих сполук. Так, наприклад, Біосил – штамбаκτηрій, виділений з ризосферидиких злаків, Бінор – штамбаκτηрій, виділений з хвої сибірської ялиці [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Хімічний захист рослин за допомогою пестицидів є часто невиправданим і не завжди екологічно безпечним заходом. А за умови вирощування екологічно безпечної продукції або ж вирощування рослин в захисних смугах водойм, рекреаційних закладів – є неможливим. Застосування стимуляторів росту з явно вираженою поліцідною дією, знижують витрати на застосування пестицидів, а й знижують стресовий вплив абіотичних факторів на рослини [117].

Активізація фізіологічних процесів росту та розвитку рослин за допомогою стимуляторів росту передусім спрямоване на заповнення нестачі відповідних фітогормонів в рослинах. До особливостей сучасних регуляторів росту можна віднести те що вони допомагають подолати тривалий вплив високих температур, низької вологості та мінімальної освітленості. По суті мова йде про комплексну стимуляцію не тільки ростових процесів а й стійкості рослин [35].

Як свідчить аналіз сучасних досліджень, більшість біопрепаратів забезпечують значний рівень продуктивності рослин лише в умовах оптимальної вологозабезпеченості і в екстремальних умовах їх дія сповільнюється або нівелюється взагалі. Водночас аналіз результатів

досліджень таких вчених як Воскобуловой Н.І., Гамбурга К.З., Галічкіна А.І., Оконова М.М., Шевелуха В.С., Янова В.І. свідчить про ефективність застосування біопрепаратів за будь-яких погодних умов[**Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.**].

Сорго цукрове характеризується доволі високим рівнем пластичності та невибагливості, має високий рівень стійкості до посухи та нестачі ґрунтової вологи, що буває дуже часто не тільки в Степу а й в Лісостепу України. За таких умов сорго цукрове має перевагу перед іншими культурами і проявляє свою величезну пластичність та при правильному підборі елементів технології завжди може забезпечувати стабільні врожаї [16; 23; 27].

Дослідження дії біопрепаратів на проростання і життєдіяльність сорго цукрового дозволяє більш повно зрозуміти роль впливу стимуляторів росту на рослини та їх фізіологічної ролі. Сучасні стимулятори росту все більш часто застосовуються в агрономії, а тому виявлення особливостей їх вплив в умовах дефіциту факторів живлення є цікавим з наукової точки зору. Адже в основному дослідження стимуляторів росту, проведені іншими вченими, виконувались в модельних, наближених до ідеальних, умовах [30; 77; 79].

Стимулятори росту позитивно впливають на весь період вегетації сорго, на фізіологічні процеси, що відбуваються всередині рослини, тим самим нормалізують баланс хімічних речовин, підвищують стійкість сорго до патогенів, а також сприяють підвищенню якості і величини продукції [**Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.**].

Як і більшість культурних рослин, сорго так само вимогливе на початковому періоді свого розвитку до достатнього забезпечення ґрунтовою вологою в поверхневих шарах ґрунту. У зв'язку з цим, одним з першорядних і основних завдань є правильний підбір стимуляторів росту, що дозволяють

активізувати ріст кореневої системи та вплив яких спрямований на раціональне витрачання вологи рослинами [15; 18].

Початковий повільний та тривалий ріст вегетативної частини рослини впродовж перших 30-41 діб від сходів призводить до того, що сорго цукрове гостро потребує чистоти полів від бур'янів. Крім того, на початкових стадіях свого розвитку сорго цукрове мало витрачає вологи та споживає елементів живлення. А тому, в цей час застосування стимуляторів росту потрібно комбінувати з мікродобривами та забезпечувати внесення препаратів, активізуючих ріст та стимулюючих формування додаткової листкової поверхні в рослин сорго для активізації фітоценологічного способу боротьби з бур'янами [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

1.3. Адаптивний потенціал сортів та гібридів сорго цукрового в умовах Лісостепу правобережного.

Для вирощування на переробку на біоенергетичні цілі однією з головних вимогою до сорго цукрового є собівартість отримуваної продукції та створення стабільної сировинної бази відповідно до потреб енергетики певного регіону. Тому для використання сорго цукрового на біоенергетичні цілі слід вивчати їх адаптивний потенціал з ціллю отримання стабільно високого урожаю біомаси [51; 55; 56].

Причому, вважається, що для формування високих і стабільних урожаїв у конкретній зоні важливо висівати сорти та гібриди сорго цукрового, які рекомендовані саме для цієї зони з використанням сортової технології вирощування. Саме за таких умов можна якомога повніше реалізувати генетичний потенціал сорту [40; 43; 48].

Адаптивний потенціал по суті є межею стійкості культурних рослин до несприятливих факторів: хвороб, шкідників, засміченості бур'янами, нестачі опадів, ґрунтової чи повітряної посухи, впливу низьких чи екстремально

високих температур повітря, тощо [Ошибка! Незвестный аргумент ключа.; Ошибка! Незвестный аргумент ключа.; Ошибка! Незвестный аргумент ключа.].

Так, згідно теоретичних і практичних праць академіка Жученко А.А., відкриваються принципово нові можливості управління адаптивними реакціями рослин ~~ж~~-в онтогенезі (сортова агротехніка, агроекологічне макро-, мезо- та мікрорайонування сільськогосподарської території, конструювання адаптивних агроecosystem і агроландшафтів, адаптивно-інтегрована система захисту рослин) [Ошибка! Незвестный аргумент ключа.].

На даний час найбільш ефективним та економічно вигідним є широке впровадження нових сортів та гібридів з генетично визначеним рівнем адаптування до ґрунтово-кліматичних умов їх вирощування [172].

Селекційне підвищення стійкості рослин до умов вирощування реалізується шляхом створення покращених або принципово нових генотипів, які мають комплексну стійкість до найбільш небезпечних стресових чинників середовища. Проте сучасні сорти злакових культур мають, як правило, відносну стійкість до окремих чинників середовища. Не дивлячись на досягнуті в селекції певні успіхи по створенню стійких сортів зернових культур, дуже часто стійкість сортів виявляється недовговічною [18; 217].

В той же час досвід господарств – ТОВ «Продуксім Лтд» Херсонської області та ТОВ «Шестірня» Широківського району Дніпропетровської області, – які вирощують сорго на великих площах, свідчить про те, що високі врожаї можна отримувати навіть за умови вирощування його після соняшника, або як монокультуру. Однак, визначальною умовою є застосування нових технологій та підбір елементів сортової агротехніки вирощування сорго [32; 52].

Ранньостиглі сорти краще використовують ґрунтові запаси вологи і теплові ресурси для формування високої продуктивності при висіві їх насіння з 5-10 травня по 20-25 травня. За таких умов вони краще реалізують свій біологічний потенціал та використовують природні агрокліматичні ресурси зони вирощування [173; 175].

В працях Жученко А.А. доведено значення еволюційно-генетичного, екологічного і біоенергетичних підходів, які мають особливо важливе значення в формуванні агробіоценотичної генетики, як однієї з складових екологічної генетики культурних рослин, так як накопичення інформації про генетичну природу онтогенетичних і філогенетичних адаптивних реакцій на над-організмових рівнях (популяційному, екосистемному, біоенетичному, ландшафтному і навіть біосферному) достатньо велика. Тому не випадково все більший розвиток одержують дослідження в області фітоценотичних взаємодій культивованих рослин [86].

Ряд авторів встановили, що цукрове сорго характеризується високим адаптивним потенціалом в регіонах, де відбувається засолення ґрунту. За вирощування на засолених ґрунтах, цукрове сорго росте та розвивається та формує вищий рівень продуктивності, ніж кукурудза [27; 36; 181].

Багато дослідників виявили, що цукрове сорго чинить позитивний вплив на формування агрофізичних та агрохімічних властивостей ґрунтів [94; 98; 100; 114; 118].

Екологічна пластичність сорту це здатність стабільно формувати високий, щодо інших сортів, урожай при достатньому розмаїтті погодних та агротехнічних умов. По суті пластичність це здатність генотипу змінювати величину ознак в різних умовах середовища, а стабільність – відсутність пластичності [3; 5].

А тому власне сорт та його основні характеристики визначають основні вимоги до розміщення, технології вирощування, та формують рівень продуктивності, енерго-економічності, безпечної екологічної якості отриманої продукції [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

В зв'язку з цим, з основних завдань, які стоять перед селекціонерами цукрового сорго, є створення оптимального генотипу рослин, здатного стабільно реалізовувати свій потенціал і при цьому адекватно реагувати на зміну умов вирощування.

Вивчення взаємодії комплексу елементів структури врожайності в системі генотип-середовище має актуальне значення для оцінки сортів (ліній, гібридів) за їхньою екологічною пластичністю та стабільністю. Адаптація відображає всі зв'язки, що виникають між рослиною та навколишнім середовищем [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Тому, одним з актуальних напрямків селекції залишається створення високоврожайних сортів і гібридів з поліпшеною якістю біомаси. Вирішити це завдання можливо за рахунок виведення пластичних сортів, які формують стабільні врожаї біомаси та насіння в посушливих умовах [16; 18].

У зв'язку з цим, оцінка адаптивності сортів та гібридів цукрового сорго по врожайності біомаси та збору біопалива з одиниці площі є актуальним питанням. Адже виявлення серед існуючих сортів та гібридів цукрового сорго таких що мають високі параметри адаптивності дозволить отримати стабільний рівень продуктивності за умови їх вирощування завпливу стресових факторів регіону [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Дослідження, проведені вченими інших країн, показують високу ефективність використання соргових культур за вирощування їх в зоні ризикованого землеробства. Так, в умовах передгірної зони Ставропольського краю були проведені дослідження з метою підбору зернових культур в умовах зрошення. Встановлено що найбільш врожайними і пристосованими виявилися соргові культури [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Встановлено, що найбільш адаптованим до умов регіону Нижнього Поволжя та найбільш високоефективним в плані формування високого рівня урожайності є сорт сорго цукрового Флагман [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

До висновку, що найбільш високоврожайною, посухостійкою однорічною культурою, здатною створювати сприятливі агрофітоценози в умовах Лісостепу Республіки Башкортостан, є цукрове сорго прийшли ряд вчених Башкирського

ГАУ [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Однак, на сьогодні біологічний потенціал урожайності сортів більшості сільськогосподарських культур використовується у виробництві неповною мірою. Адже сортовим рослинним ресурсам належить особлива роль в економічному і соціальному розвитку України, насамперед у стабілізації та збільшенні обсягів виробництва продукції рослинництва як основи продовольчої безпеки [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.]

Ґрунтово-кліматичні умови України дозволяють вирощувати соргові культури на великих площах. Крім того, сорго характеризується більш стабільною врожайністю, ніж кукурудза [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.]. Налагодження та розширення насінництва сорго і застосування інтенсивної технології його вирощування призведе в нашій країні в найближчі роки до значного підвищення продуктивності цієї цінної культури [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

А тому вивчення адаптивних особливостей нових гібридів сорго цукрового до умов правобережної частини Лісостепу України є актуальним питанням з точки зору отримання високого рівня продуктивності культури та розробки можливостей формування біоенергетичних конвеєрів для забезпечення енергетичної незалежності від викопних видів палива регіону.

Висновки до розділу 1:

На основі проведеного аналізу та узагальнення наукових публікацій встановлено, що в зоні Лісостепу правобережного в певній мірі досліджені окремі питання росту та розвитку рослин сорго цукрового, ширини міжрядь та густоти рослин, застосування стимуляторів росту та їх впливу на продуктивність культури.

Встановлено що стимулятори росту біогенного походження не накопичуються в ґрунті та безпечні для рослин. При цьому вони не тільки

впливають на швидкість процесів фотосинтезу та росту і розвитку рослин, а й загальну стійкість до несприятливих умов вирощування (дефіциту вологи, високих температур повітря, тощо). А тому, встановлення особливостей росту та розвитку і формування продуктивності сорго цукрового під впливом дії сучасних комплексних стимуляторів росту, як складового елемента технології вирощування, є необхідною передумовою для наукового обґрунтування цього елемента та поширення його до застосування в класичній технології вирощування сорго цукрового в умовах Лісостепу правобережного.

Опрацьовані наукові матеріали стали підґрунтям проведення наукових досліджень з ціллю вирішення питань, щодо практичного використання в комплексі ширини міжрядь, густоти стояння рослин та застосування сучасних стимуляторів росту для отримання високої продуктивності гібридів сорго цукрового в умовах Правобережного Лісостепу України.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови зони проведення досліджень

Дослідження за темою дисертаційної роботи виконувались упродовж 2016-2018 років в умовах Білоцерківської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, що належить до зони нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України.

Загалом зона Лісостепу простягається смугою понад 1 тис. км від Карпат до східних кордонів України. Загальна площа її становить понад 20,1 млн. га, або 33,6 % території нашої держави та має доволі велику строкатість як ґрунтових так і погодних умов.

Клімат Київщини – помірно-континентальний, м'який, з достатнім зволоженням. Середня річна температура, за даними багаторічних спостережень, становить $+7,2^{\circ}\text{C}$, найтепліший місяць (липень) $+19,5^{\circ}\text{C}$, а найхолодніший (січень) -6°C . Опадів випадає в середньому 500-600 мм за рік; найбільша їх кількість припадає на червень-липень. Осінь часто буває тепла й суха, а для літа характерна велика кількість сонячних днів і тривалий вегетаційний період. Період із середньодобовою температурою вище 10°C у Лісостепу триває 155-170 діб, що по суті дозволяє вирощувати більшість сільськогосподарських культур. Сума активних температур за цей період становить 2300-3000 $^{\circ}\text{C}$. У цілому кліматичні умови сприятливі для вирощування сільськогосподарських культур помірної зони, розвитку садівництва, городництва й виноградарства.

Ґрунтовий покрив представлений чорноземами типовими, опідзоленими, вилугуваними і реґрадованими; сірими, світло-сірими та темно-сірими лісовими ґрунтами. Найбільш поширеними серед них чорноземи типові, що займають 35 % загальної площі і становлять 54,6 % орних земель. Менш поширені чорноземи опідзолені та темно-сірі лісові ґрунти, що близькі за

природною родючістю, на їх частку припадає 24,7 % ґрунтів цієї зони. Дещо менше у Лісостепу сірих і світло-сірих лісових ґрунтів – 18 % площі і 12,4 % орних земель. Лучні та болотні ґрунти займають близько 6 % площі зони, лучно-чорноземні солонцюваті та солончакові – 5 %. Інші ґрунти цієї зони займають близько 6 % (дернові, дерново-підзолисті та інші).

У Лісостепових районах Київської області поширені світло-сірі лісові ґрунти, площа яких складає близько 90 тис. га, сірі лісові ґрунти і чорноземи опідзолені – 165 тис. га; чорноземи типові глибокі малогумусні – 633 тис. га; дернові і лучні ґрунти – 91 тис. га; торф'яники і торф'яно-болотні ґрунти – 19 тис. га. З орних земель близько 51 тис. га засолені і солонцюватих, більше 460 тис. га різних за кислотністю та 34 тис. га – середньо- та сильнозмитих ґрунтів. Опідзолені ґрунти мають товщину гумусного шару від 20 см (світло-сірі лісові) до 35–40 см (чорноземи опідзолені), кислу та слабо кислу реакцію і високу гідролітичну кислотність. Бонітет ґрунтів лісостепової частини Київської області в середньому складає 55 балів.

Одним з важливих та вирішальних факторів, що визначає можливість отримати високу продуктивність сільськогосподарських культур є агрономічна придатність ґрунту, є рівень кислотності ґрунтового розчину. Реакція ґрунту відіграє важливу роль для успішного росту розвитку культурних рослин і ґрунтових мікроорганізмів, впливає на доступність мінеральних сполук в ґрунті, швидкість мінералізації та формування гумусу, активність іонів. тощо. Київська область розташована в перехідній ґрунтово-кліматичній зоні від Полісся з низькопродуктивними підкисленими дерново-підзолистими ґрунтами легкого механічного складу, комплексом перехідних до Лісостепу ґрунтів та чорноземами лісостепової зони, які за останній час мають значну ступінь підкислення.

Для вирощування сорго цукрового кислотність ґрунту набуває особливо важливого значення, так як культура здатна успішно рости в межах рН 6,0-7,5, що не завше може бути забезпечене ґрунтовими відмінами Київщини. А от сформувати оптимальну щільності ґрунту 1,1-1,2 г/см³ більш простіше, так як

грунти регіону в основному окультурені та легко піддаються обробітку.

2.2. Фізико-агрохімічна характеристика ґрунту дослідних ділянок

Польовий чотирифакторний дослід був закладений в полі №1 (загальна площа поля 64 га) першої польової сівозміни, відділку «Селекційний» Білоцерківської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України.

Ґрунти – чорноземи типові глибокі малогумусні крупнопилувато середньо суглинкового гранулометричного складу. Даний тип ґрунту є одним з переважаючих в регіоні Правобережного Лісостепу України та Київської області зокрема. Ґрунт характеризується за наступними агрохімічними показниками: Карбонати магнію та кальцію залягають на глибині 55-65см. В орному шарі (0-30 см) міститься близько 17 відсотків мулуватих частинок і від 46 до 54 відсотків – крупного пилу. Рельєф рівнинний, глибина залягання ґрунтових вод – 8 м.

Агрофізичні та агрохімічні властивості орного (0-30 см) шару ґрунту характеризуються такими показниками: гумусу – 3,5%, загального азоту – 0,31%; гідролітична кислотність – 2,41 мг.-екв.; легкогідролізованого азоту (N) – 13,4мг, P₂O₅ – 27,6 мг, K₂O – 9,8 мг на 100 г ґрунту. Ступінь насиченості основами – 90%.

Питома маса твердої фази ґрунту – 2,61; максимальна гігроскопічність ґрунту – 5,5%; польова вологоємність за об'ємної маси 1,2 г/см³ – близько 26%, а за 1,3 г/см³ – 18%. За ґрунтовим покривом дослідницька ділянка типова для Білоцерківського агроґрунтового району центральної частини Лісостепу. Середній бонітет ґрунту – 81 бал.

Ґрунт дослідного поля чорнозем типовий глибокий малогумусний крупнопилувато середньо суглинковий добре забезпечений елементами живлення та за правильного підбору основних елементів технології вирощування може забезпечувати високий рівень урожайності сорго цукрового.

2.3. Погодні умови в роки досліджень

Температура повітря та ґрунту значно впливає на ріст і розвиток рослин сорго. Адже від перебігу теплового режиму на час сівби та після появи сходів залежать темпи росту та тривалість окремих фаз розвитку рослин, і відповідно тривалість всього вегетаційного періоду і продуктивність рослин.

Одним з головних факторів що впливає на ефективність вирощування сорго цукрового в умовах Правобережного Лісостепу України є довжина теплового періоду, а звідси – тривалість вегетації рослин. Чим довший тепловий період і чим вища середня його температура в умовах достатньої забезпеченості іншими, не менш важливими, факторами життя, тим можна вирощувати більш пізньостиглі сорти та гібриди, що здатні забезпечувати більш високий рівень продуктивності порівняно з скоростиглими формами.

Сорго цукрове чутливе до низьких температур і заморозків. За температури -1°C рослини гинуть, а сходи гинуть за температури $-2\dots-3^{\circ}\text{C}$ [208].

Наявність доступної вологи в ґрунті є другим за значимістю фактором погодних умов, що здатен обмежити ефективність вирощування культури. Так, сорго цукрове за біологічними особливостями належить до культур, що здатні витримувати ґрунтові та повітряні посухи. Передусім це пов'язано з тим що культура відноситься до C_4 -типу фотосинтезу, а отже – для здійснення накопичення органічних речовин не потребує охолодження листка за рахунок випаровування води як це відбувається в культур C_3 -типу фотосинтезу. Крім того, сорго цукрове в процесі еволюції сформувало і інші фізіологічні особливості, що дозволяють адаптуватись до недостачі вологи (велика, глибоко проникаюча коренева система, здатність припиняти ріст та поновлювати його), і її економного витрачання, і при цьому ж здатна добре реагувати на полив. Завдяки таким особливостям сорго цукрове має великі переваги над іншими сільськогосподарськими культурами.

Дані визначення кількості опадів в роки проведення досліджень за

даними метеопоста БЦДСС наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

**Кількість опадів в роки проведення досліджень за даними метеопоста
Білоцерківської ДСС**

Місяць	Декада	Середньо-багаторічні	2016	2017	2018
Квітень	I	14,0	0,0	9,5	1,7
	II	17,0	55,6	5,4	0,0
	III	16,0	3,8	0,0	8,5
	за місяць	47,0	59,4	14,9	10,2
Травень	I	16,0	24,7	12,5	5,2
	II	12,0	61,8	14,8	38,4
	III	18,0	8,7	17,7	0,0
	за місяць	46,0	95,2	45,0	43,6
Червень	I	23,0	13,2	0,0	4,0
	II	27,0	14,2	3,9	13,3
	III	23,0	10,3	22,8	66,7
	за місяць	73,0	37,7	26,7	84,0
Липень	I	35,0	7,0	11,5	5,2
	II	24,0	0,5	14,8	15,8
	III	26,0	17,0	21,8	32,2
	за місяць	85,0	24,5	48,1	21,0
Серпень	I	16,0	4,2	5,4	5,5
	II	25,0	11,3	0,0	2,5
	III	19,0	6,5	10,7	7,0
	за місяць	60,0	22,0	16,1	15,0
Вересень	I	13,0	0,0	24,4	39,8
	II	11,0	0,0	4,7	2,5
	III	11,0	4,6	6,9	1,3
	за місяць	35,0	4,6	36,0	43,6
За вегетаційний період		346,0	187,8	171,9	215,7

Кількість опадів за вегетаційний період сорго цукрового в 2016 році становила 187,8 мм, що відповідає нестачі опадів за середньобагаторічними значеннями на рівні 158,2 мм.

Найбільш критичними в плані нестачі опадів були червень, липень, серпень та вересень. В ці місяці випало порівняно з багаторічними значеннями відповідно на 35,3, 60,5, 38,0 та 30,4 мм відповідно. Однак, слід сказати що й

місяці, які мали кількість опадів близьку до багаторічної норми або ж переважали її характеризувались нерівномірністю опадів, що викликали відповідний стрес в рослин сорго цукрового. Так, в квітні 2016 року в першій декаді опадів не було взагалі, а от в другій декаді випало 55,6 мм, що переважало місячну норму. За аналогією з вище викладеним в другій декаді травня випало 61,8 мм опадів, що теж значно перевищувало місячну норму.

В 2017 році кількість опадів за вегетаційний період сорго цукрового становила 171,9 мм, що показує дефіцит опадів в порівнянні збагаторічними значеннями на рівні 174,1 мм. По суті даний дефіцит опадів був найбільш вагомим з точки зору порівняння усіх років проведення польових досліджень.

Найбільш критичними щодо дефіциту вологи були квітень, червень, липень та серпень. По суті дефіцит вологи в ці місяці співпадав з критичними періодами росту та розвитку сорго цукрового за потребою в волозі, тому така ситуація з вологозабезпеченням негативно позначилась на формуванні рослинами рівня продуктивності. Відповідно нестача опадів в квітні, червні, липні та серпні становила 32,1, 46,3, 36,9 та 43,9 мм порівняно з багаторічними показниками.

В 2018 році за вегетаційний період випало 215,7 мм опадів, що було на 130,3 мм менше багаторічної норми. Нестача опадів порівняно з попередніми роками, була не такою критичною, тому дозволила сформувати високий рівень продуктивності соргових культур.

Якщо аналізувати вологозабезпечення рослин сорго цукрового по місяцях вегетаційного періоду, то найбільший дефіцит опадів був в квітні, липні та серпні та нестача вологи становила 36,8, 64,0 та 45,0 мм відповідно.

Загалом же, нестача опадів впродовж вегетаційних періодів сорго зернового 2016-2018 років спричиняла зниження загальних запасів продуктивної вологи в ґрунті, а в результаті і врожайності сільськогосподарських культур. Разом з тим, випадання достатньої кількості опадів за зимовий період збільшувало накопичення продуктивної вологи у 1,5 метровому шарі ґрунту, що, незважаючи на недостатню кількість опадів за

вегетаційний період, позитивно вплинуло на врожайність сорго цукрового.

Показники температури повітря в роки проведення досліджень за даними метеопоста БЦДСС наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

**Температура повітря в роки проведення досліджень за даними метеопоста
Білоцерківської ДСС**

Місяць	Календарні строки	Середньо-багаторічні	2016	2017	2018
Квітень	I	7,0	11,9	11,6	10,8
	II	7,8	13,1	7,5	6,3
	III	10,4	10,8	11,8	10,1
	За місяць	8,4	11,9	10,3	9,1
Травень	I	13,5	13,1	13,6	17,3
	II	15,3	10,8	12,8	18,2
	III	15,8	11,9	18,3	21,0
	За місяць	14,9	11,9	14,9	18,8
Червень	I	17,3	16,0	18,8	20,3
	II	17,4	19,3	18,8	22,8
	III	18,7	24,2	21,6	23,4
	За місяць	17,8	19,8	19,7	22,2
Липень	I	18,5	19,5	19,0	23,0
	II	19,4	22,6	20,1	23,2
	III	19,1	21,5	21,9	21,2
	За місяць	19,0	21,2	20,3	22,5
Серпень	I	19,7	21,6	23,9	22,9
	II	18,6	17,5	24,6	23,1
	III	17,0	21,0	17,2	23,4
	За місяць	18,4	20,0	21,9	23,1
Вересень	I	16,0	19,3	16,6	18,2
	II	13,7	15,1	18,9	15,3
	III	11,8	11,0	13,3	11,9
	За місяць	13,8	15,1	16,3	15,1
За вегетаційний період		15,4	16,7	17,2	18,5

У роки досліджень середньодобова температура повітря порівняно до середніх багаторічних значень показників мала певні відхилення. За даними метеопоста середня багаторічна температура повітря дорівнює 9,4°C, з мінімальною середньою місячною температурою в січні (-1,4°C) та

максимальною – в серпні (+19,4°C), а за вегетаційний період сорго цукрового відповідно становить 15,4°C.

Загалом, за вегетаційний період 2016 року середня температура повітря складала 16,7°C, що на 1,3°C вище норми. Переважання середньомісячних температур повітря спостерігалось в квітні (3,5°C), червні (2,0°C), липні (2,2°C), серпні (1,6°C) та вересні (1,3°C).

В середньому за вегетаційний період 2017 року встановлено що середньодобова температура повітря складала 17,2°C, що на 1,9°C вище норми. Середньомісячні температур повітря значно вище багаторічної норми спостерігалось в квітні (1,9°C), червні (1,9°C), липні (1,3°C), серпні (3,5°C) та вересні (2,4°C).

Як зазначалось вище, в 2017 році нестача опадів за вегетаційний період становила 174,1 мм, що в поєднанні з підвищеними середньодобовими температурами повітря суттєво вплинуло на ріст та розвиток рослин цукрового сорго та формування ними рівня продуктивності.

Аналіз погодних умов вегетаційного періоду 2018 року показав, що середньодобова температура повітря становила 18,5°C, що було на 3,1°C вище норми. Середньомісячні значення температур повітря були вище багаторічної норми в квітні (0,7°C), травні (4,0°C), червні (4,4°C), липні (3,5°C), серпні (4,7°C) та вересні (1,3°C).

Аналіз рівня мінливості погодних умов порівняно зі середніми багаторічними показниками проводили на основі визначення критеріїв коефіцієнту суттєвості (істотності) відхилень (K_c) елементів агрометеорологічного режиму кожного з досліджуваних років від середніх багаторічних значень за формулою:

$$K_c = \frac{(X_i - \bar{X})}{S}$$

де K_c – коефіцієнт суттєвості відхилень, X_i – елемент поточної погоди, \bar{X} – показник середньої багаторічної величини, S – середнє квадратичне відхилення,

Рівень коефіцієнта суттєвості (істотності) відхилень відповідав градації: $K_C = \text{від } 0 \text{ до } 1$ – умови близькі до звичайних, $K_C = \text{від } 1 \text{ до } 2$ – умови істотно відрізняються від середніх багаторічних, $K_C > 2$ – умови наближені до екстремальних (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Коефіцієнт суттєвості (K_C) відхилень кількості опадів та середньомісячних температур від середніх багаторічних показників, 2016-2018рр.

Місяць	(K_C) опадів			(K_C) температури повітря		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Квітень	0,9	-1,0	-1,6	2,9	1,4	0,5
Травень	1,8	-0,4	-0,1	0,3	0,5	2,5
Червень	-2,4	-1,7	0,4	0,6	1,2	2,8
Липень	-1,3	-0,7	-2,1	2,3	0,9	2,7
Серпень	-0,9	-1,5	-1,2	1,7	2,3	3,0
Вересень	-1,8	-1,7	0,5	1,3	1,8	0,7

На основі проведеного аналізу погодних умов можна зробити висновок про те, що за кількістю опадів найістотніші відхилення спостерігались в 2016, 2017 та 2018 роках. Причому в 2017 році усі місяці вегетаційного періоду сорго мали від’ємні значення коефіцієнту суттєвості відхилень, що відповідало нестачі опадів.

За показниками середньодобової температури повітря критичним був 2018 рік, в вегетаційний період спостерігалось 4 місяці з умовами наближеними до екстремальних. Загалом же можна відзначити стійке перевищення середньодобових температур вегетаційного періоду по усіх роках досліджень за коефіцієнтом суттєвості відхилень.

Однак, відповідно до фізіологічних потреб соргових культур погодні умови вегетаційних періодів 2016–2018рр. можна охарактеризувати як сприятливі – висока сума активних температур, перевищення середньорічних температур повітря на 1,2-3,1°C вище норми. Крім того, в процесі проведення

досліджень спостерігалась часткова компенсація нестачі вологи опадів за рахунок близько розташованих ґрунтових вод. Винятком можна вважати лише 2017 рік, коли систематичний недобір суми опадів впродовж 2015-2016рр. призвів не тільки до нестачі вологи на час початку вегетації 2017 року а й до різкого зниження рівня ґрунтових вод. Відповідно рівень продуктивності в тому числі і соргових культур в умовах Київської області в 2017 році був доволі незначний. Однак, в 2018 році спостерігались не менш екстремальні умови, хоча різкого зниження урожайності не відмічено. Передусім цьому сприяло підвищення в ґрунті запасів доступної рослинам вологи за рахунок значної кількості опадів в осінньо-зимовий період, а також достатня кількість опадів в травні-червні 2018 року – в найбільш критичні місяці для росту та розвитку сорго.

Таким чином, аналіз погодних умов Білоцерківської дослідно-селекційної станції показує їх відповідність умовам зони нестійкого зволоження, що відповідає загальній характеристиці регіону проведення досліджень. В окремі місяці вегетаційного періоду спостерігалась значна нестача опадів, а в окремі випадання великих кількостей опадів, що переважали середньо багаторічні обсяги. Стосовно середньодобової температури повітря, то загальна тенденція останнього десятиліття – стійке перевищення температури повітря вегетаційного періоду щодо багаторічних показників відноситься без виключення до усього Правобережного Лісостепу України.

В цілому ж погодно-кліматичні умови були типовими для зони нестійкого зволоження центрального Лісостепу України і сприятливими для вирощування сорго цукрового.

2.4. Схеми та методика проведення досліджень

Основним завданням досліджень було встановлення особливостей росту і розвитку та формування високого рівня продуктивності середньоранніх та середньопізніх гібридів сорго цукрового (*Sorghum saccharatum* (L) Pers). за вирощування як енергетичної культури для виробництва біопалива. Для вирішення цього завдання проводили чотирифакторний польовий дослід за схемою наведеною нижче.

Чотирифакторний польовий дослід «Продуктивність гібридів сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту» закладався за наступною схемою:

Схема досліду:

Фактор А: Гібрид

1. Довіста
2. Гулівер

Фактор Б: Ширина міжрядь

1. 45 см
2. 70 см

Фактор В: Густота рослин

1. 150 тис. шт./га
2. 200 тис. шт./га
3. 250 тис. шт./га

Фактор Г: Обробка стимулятором росту

1. Контроль – насіння обробляли водою
2. Обробка насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневе застосування в фазу кущення (0,5л/га)

Площа елементарної посівної ділянки – 50 м², облікової – 25 м².

Обробку насіння сорго цукрового проводили безпосередньо перед

сівбою. У варіантах де не застосовували регулятор росту Вимпел 2 насіння обробляли водою в еквівалентних дозах.

Дослід закладався рендомізовано. Повторюваність дослідів – чотириразова.

В дослідженнях проводились наступні обліки, спостереження та аналізи:

1. Фенологічні спостереження за рослинами сорго проводили за методикою держкомісії з сортовипробування сільськогосподарських культур. Початок кожної фази росту і розвитку встановлювали після настання її у 10% рослин, масові значення – у 75% рослин [66].

2. Густану рослин визначали після появи сходів і перед збиранням шляхом підрахунку рослин на 1 метрі погонному рядка в 5 місцях по діагоналі ділянки з наступним перерахунком на 1 га [66].

3. Масу 1000 насінин, лабораторну схожість встановлювали за ДСТУ4138-2002 [143]. Польову схожість насіння визначали після повних сходів, відношенням числа насіння, що зійшло, до висіяного, виражене у відсотках.

4. Висоту рослин визначали мірною лінійкою від поверхні ґрунту до верхівки головного стебла у досліджувані фази росту і розвитку рослин, шляхом вимірювання на закріплених кілочками 40 рослинах на двох несуміжних повтореннях [66].

5. Діаметр стебла визначали штангенциркулем на висоті скошування рослин (10 см) у фазу воскової стиглості зерна (період збирання), шляхом вимірювання на закріплених кілочками 40 рослинах на двох несуміжних повтореннях.

6. Площу листової поверхні визначали за методикою А.А.Ничипоровича [146; 147; 148], за формулою:

$$S_n = 0,67ab,$$

де S_n – площа одного листка, см²; a – найширша частина листка, см; b – довжина листка, см; 0,67 – коефіцієнт, який відображає конфігурацію листка.

Фотосинтетичний потенціал визначали за формулою:

$$\Phi П = (Л_1 + Л_2) / (2 \times 1000) \times T,$$

де $Л_1, Л_2$ – площа листкової поверхні в відповідні фази розвитку, тис.м²/га;
 T – тривалість міжфазного періоду, діб.

Чисту продуктивність фотосинтезу вираховували за формулою:

$$ЧПФ = (В_1 - В_2) / 0,5(Л_1 + Л_2) T \times 100,$$

де $ЧПФ$ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м² за добу; $В_1, В_2$ – маса рослин на початку і в кінці облікового періоду, т/га; $Л_1, Л_2$ – площа листкової поверхні в відповідні фази розвитку, тис.м²/га; T – тривалість міжфазного періоду, діб.

7. Для визначення коефіцієнту використання ФАР користувались довідниковими матеріалами для північно-кліматичного регіону, до якої відноситься Київська область. Сумарні надходження ФАР розраховували за міжфазні періоди сорго цукрового. Для Київської області середньомісячне надходження ФАР становить у травні 30,2, червні – 32,3, липні – 32,3, серпні – 27,2, вересні – 19,3 кДж/см² [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Сонячну енергію накопичену в урожаї розраховували шляхом перемноження її калорійності на величину сухої біомаси. Калорійність сухої речовини сорго цукрового в середньому дорівнює 4,5 ккал за 1 грам. ФАР визначали зі співвідношення ККД сонячної енергії що надійшла, до енергії ФАР накопиченої в урожаї.

8. Динаміку наростання зеленої маси визначали шляхом відбору рослин з двох погонних метрів з наступним зважуванням, на певних періодах росту і розвитку рослин [66].

9. Вміст хлорофілів визначали за методикою Починок Х.Н. (1976) [66].

10. Вміст сухої речовини визначали шляхом відбирання рослин масою до 1кг, після чого їх ретельно подрібнювали, з цього зразка відбирали 2 наважки по 10 г кожна, які висушували до абсолютно сухої маси в сушильній шафі при t 100-105°C протягом 4-6 годин [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

11. Вуглеводну складову соку стебел цукрового сорго визначали у фазах викидання волоті, росту зернівки та воскової стиглості за методом Люфа-

Шоорля [72; 112].

12. Облік урожайності з облікових ділянок проводили шляхом зважування зеленої маси з кожної ділянки з наступним перерахунком її на гектар [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

13. Статистичну обробку результатів досліджень проводили за методом дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерного програмного забезпечення Excel, Statistica-6.0 [83].

14. Економічну ефективність досліджуваних елементів технології вирощування культури проводили за методикою оцінки завершених наукових досліджень. Виробничі витрати визначали на основі технологічних операцій, що застосовувались у досліджах. Вартість основної продукції, добрив, насіння, пестицидів, паливно-мастильних матеріалів визначали за цінами придбання. За визначеними витратами і фактичним урожаєм розраховували собівартість та рівень рентабельності.

15. Затрати енергії, які потрібні були на виконання основних агротехнічних операцій по догляду та елементів технології, що вивчались в досліджах з сорго цукровим визначались відповідно до технологічних карт. Згідно рекомендацій щодо визначення біоенергетичної ефективності за методикою О.К. Медведовського та П.І. Іваненко (1988) всі затрати на технологію вирощування культури мають енергетичний еквівалент. Використання енергетичних еквівалентів дає можливість оцінити працю та матеріально-технічні засоби в одиницях єдиного показника та за його допомогою визначити відсоток вкладу кожного елемента у формування врожаю. Тому витрати на роботу машин, насіння, добрива, пестициди, паливно-мастильні матеріали, людську працю розраховуються в одній системі одиниць [133; 134].

2.5. Особливості технології вирощування сорго цукрового на дослідних ділянках

Технологія вирощування сорго цукрового згідно зі схемою дослідів була загальноприйнятою для даної зони, спрямована на знищення бур'янів, накопичення вологи та вирівнювання поверхні ґрунту та відрізнялась від загальноприйнятої винятково досліджуваними елементами технології вирощування відповідно схеми дослідів.

Попередником сорго цукрового в дослідів був ярий ячмінь – культура, що залишає після себе поля чисті від бур'янів.

Система **основного обробітку** ґрунту під сорго цукрове починався з лушення стерні дисковими луцильниками, яке проводиться після збирання попередника, на глибину 7-8 см. Через 10-15 діб після лушення проводили оранку на глибину 25-27 см.

Використання добрив. На формування однієї тони зерна і відповідної кількості листостеблової маси сорго виносить з ґрунту 23-25 кг азоту, 9-10 кг фосфору і 28-30 кг калію. В середньому для Лісостепу України доза мінеральних добрив становить NRK_{45-90} та залежить від забезпечення ґрунту рухомими формами елементів живлення.

Навесні **передпосівний обробіток ґрунту** складався з ранньовесняного закриття вологи важкими зубовими боронами в 1-2 сліди впоперек або по діагоналі до оранки та передпосівної культивування на глибину 5-6 см. Передпосівна культивування проводилась комбінованим ґрунтообробним агрегатом «Конскілд» в агрегаті з трактором ХТЗ-121.

В роки з недостатнім зволоженням проводили коткування ґрунту кільчасто-шпоровими котками після першої культивування, що сприяло підвищенню температури і вологості верхнього шару ґрунту, інтенсивному проростанню бур'янів, які потім знищувалися передпосівною культивування.

Сівбу сорго цукрового проводили з використанням добре виповненого, вирівняного за розмірами і масою насіння. Строки сівби визначали відповідно

до настання в ґрунті на глибині 10 см температури 12-15°C. В умовах Правобережної частини Лісостепу України календарні дати сівби припадають на першу декаду травня. За таких умов сходи з'являються через 8-10 діб після сівби. Оптимальною глибиною загортання насіння є 4-5 см.

З профілактичною метою проти сажкових хвороб перед сівбою проводили протруєння насіння суспензією препарату Максим 0,25 FS т. к. с. (8 л/т води + 1 л/т препарату).

Сівбу насіння сорго цукрового проводили з шириною міжрядь 45 та 70 см і нормою висіву 180–230–270 тис. схожих насінин, які формували густоту стояння рослин 150 тис. шт./га ; 200 тис. шт./га ; 250 тис. шт./га.

Догляд за посівами є однією з умов одержання високої врожайності. Через повільний ріст у початковий період розвитку рослини сорго значною мірою пригнічуються бур'янами в перші 30-40 днів вегетації. Тому першим агрозаходом проводили досходове боронування впоперек рядків посівів – бороною пружинною БП-12. Це особливо було актуально в роки з значною кількістю опадів на час сходів – щоб уникнути формування ґрунтової кірки, та в роки коли вносити ґрунтові гербіциди було не доцільно за рахунок їх низької ефективності, спричиненої погодними умовами.

З ґрунтових гербіцидів використовували Прімекстра Голд 720 SC к. с. в дозі до 2,5-3,5 л/га. По вегетуючих рослинах для знищення дводольних бур'янів вносили високоефективні гербіциди групи 2,4-Д: агрітокс в.р. 50%, в дозі – 0,7-1,7 л/га. Обробляти посіви за допомогою штангових оприскувачів в фазі від 3 до 5 листків у сорго, адже у більш пізні фази (6-10 листків) застосування гербіцидів згубно діє на рослини сорго.

При масовій появі попелиць, особливо у ранні фази розвитку рослин, посіви обприскували БІ-58 новий, 40% к. е. з нормою витрати препарату 0,7-1,0 л/га.

Для **збирання** цукрового сорго використовують наявні силосозбиральні комбайни. Подрібнена зелена листостеблова маса повинна мати довжину в межах 6-8 мм. Силосна маса цукрового сорго містить до 15-18% цукрів.

Цукрове сорго, яке вирощується на зелений корм, розпочинають збирати за 7-10 діб до викидання волотей.

2.6. Характеристика гібридів та препарату, який використовували під час досліджень

Для проведення досліджень використовували середньоранній гібрид сорго цукрового Гулівер та середньопізній гібрид Довіста. Основним завданням досліджень було виявлення біологічних відмінностей норми реакції гібридів сорго цукрового різної тривалості вегетаційного періоду. Не зважаючи на те, що досліджувані гібриди належали до селекції однієї установи фізіологічно вони є різними.

Характеристики досліджуваних гібридів наведено нижче.

Гібрид сорго цукрового ГУЛІВЕР

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

Занесений до Державного реєстру сортів рослин України з 2019 р. для вирощування в соргосіючих регіонах України, а тому ми можемо його рекомендувати до вирощування.

Апробаційні ознаки: високорослий – 209-264 см. Кущистість 1,4-2,2 стебла на 1 рослину. Сходи темно-зелені з антоціановим відтінком. Стебла високі, прямостоячі, соковиті. Вміст цукру в сокові стебел при повній стиглості зерна 13,2-15,8 %. Волоть солом'яно-коричневого кольору довжиною 15-20 см. Зерно жовто-коричневого кольору. Маса 1000 зернин 22,2-23,9 г.

Біологічні ознаки: середньоранній з вегетаційним періодом 96-110 діб до воскової стиглості та 106-116 діб до повної стиглості зерна.

Урожайність 108,6-130,8 т/га, в тому числі волоті з зерном 10,0-11,0 т/га, сухої речовини 14-16 т/га.

Особливості: високі показники стійкості до хвороб. Темпи початкового росту високі. Стійкий до вилягання, посухи.

Агротехнічні вимоги: технологія вирощування загальноприйнята для соргових культур. Добре реагує на зрошення та високий агрофон. Насінництво гібрида надійне.

Гібрид сорго цукрового ДОВІСТА

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

Занесений до Державного реєстру сортів рослин України з 2008 р. для вирощування в соргосіючих регіонах України.

Метод створення: створений на силос, зелений корм та сироп шляхом схрещування стерильної лінії А 326 із сортом Силосне 42.

Апробаційні ознаки: високорослий – 270-280 см. Кущистість 1,4-1,8 стебла на 1 рослину. Сходи темно-зелені з антоціановим відтінком. Стебла високі, прямостоячі, соковиті. Вміст цукру в сокові стебел при повній стиглості зерна 12,8-15,6%. Волоть солом'яно-коричневого кольору довжиною 16-21 см. Зерно жовто-коричневого кольору. Маса 1000 зернин 22,4-23,7 г.

Біологічні ознаки: середньопізній з вегетаційним періодом 120-130 діб до воскової стиглості та 130-140 діб до повної стиглості зерна.

Урожайність 75,0-90,0 т/га, в тому числі волоті з зерном 11,0-12,0 т/га, сухої речовини 15-17 т/га.

Особливості: високі показники стійкості до хвороб. Темпи початкового росту високі. Холодостійкий.

Агротехнічні вимоги: технологія вирощування загальноприйнята для соргових культур. Добре реагує на зрошення та високий агрофон. Насінництво гібрида надійне.

Стимулятор росту Вимпел 2:

ВИМПЕЛ 2[®] – комплексний природно-синтетичний препарат контактної системної дії для обробки насіння та вегетуючих рослин.

Головною відмінною рисою стимулятора ВИМПЕЛ 2[®] від свого попередника є оптимально збалансований склад багатоатомних спиртів, завдяки чому препарат не втрачає рідкий стан при низьких позитивних температурах і може застосовуватися при досягненні температури повітря +5°C і вище. До складу препарату входить набір карбонових кислот, які беруть участь у циклі Кребса, що є ключовим етапом дихання всіх клітин і джерелом енергії для синтезу життєво важливих з'єднань, таких як вуглеводи та амінокислоти.

Модифіковані гумінові кислоти мають стійкість як в кислому, так і в лужному середовищі, що надає стійкості препарату в широкому інтервалі рН, без зниження його активності.

Багатоатомні спирти з коротким вуглецевим ланцюгом структурують вільну внутрішньоклітинну воду, підвищуючи її біологічну активність; прискорюють процеси росту і фотосинтезу; регулюють транспірацію та інтенсивність мінерального живлення. Продуктами перетворення багатоатомних спиртів у клітині є елементарні вуглеводи (моносахариди), які виступають будівельним матеріалом і джерелом енергії.

Природні стимулятори-адаптогени на основі карбонових кислот беруть участь у найважливіших енергетичних перетвореннях рослинного організму, підсилюють постачання кисню в тканини, підвищують вироблення основної енергетичної речовини АТФ-аденозинтрифосфату. Регулююча енергетичний обмін дія карбонових кислот проявляється вже за дуже низьких концентрацій (0,002% розчин).

Завдяки своєму природному походженню карбонові кислоти підлягають швидкому метаболізму в рослині та надають препарату біостимулюючу дію. Це призводить до інтенсивного проростання насіння й активізації зростання

органів рослини, а також прискорює засвоєння макро- та мікроелементів з ґрунту.

За наявності комплексу багатоатомних спиртів, солі гумінових кислот багаторазово підвищують свою активність. Збільшення їхньої проникаючої здатності відбувається за рахунок високого тургорного тиску, який виникає завдяки багатоатомним спиртам.

Збалансований склад багатоатомних спиртів активно структурує вільну внутрішньоклітинну воду і є гарним стабілізатором її просторової структури. Завдяки цьому утворюються водні структури, аналогічні просторовій решітці льоду, які перешкоджають розвитку процесу кристалізації. Багатоатомні спирти покращують вуглеводний обмін, який виражається в підвищенні кількості цукрів у рослин. Карбонові кислоти надають антигіпоксичний ефект (підвищення стійкості організму до кисневої недостатності) шляхом активації сукцинатдегідрогеназного окислення і відновлення активності цитохромоксидази, сприяючи накопиченню в клітинах АТФ. Карбонові кислоти сприяють підвищенню вологоутримуючої здатності в тканинах рослин за рахунок зниження транспірації. Ці зміни роблять організм більш стійким до несприятливих факторів навколишнього середовища, рослини краще переносять як підвищену, так і знижену температури, а також зимові морози.

На обробку пестицидами культурні рослини реагують синтезом специфічних стресових білків і ферментів, які нейтралізують отриманий негативний вплив. Комплекс з модифікованих гумінових кислот і низькомолекулярних багатоатомних спиртів прискорює обмінні процеси у тканинах рослин, які проявляються в більш інтенсивному синтезі антистресових речовин, підсилюють фотосинтетичну продуктивність хлоропластів у клітинах, що в свою чергу знімає фітотоксичність після обробки пестицидами.

Багатоатомні спирти мають гідрофільні властивості. Потрапляючи на поверхню листя, вони утримують вільну воду в колоїдному стані, перешкоджаючи розвитку хвороботворних організмів. Також захист від хвороб

здійснюється шляхом посилення імунітету, стимуляції природної здатності рослини чинити опір хворобам. За рахунок підвищення імунітету ураженість рослин знижується в 1,5-2 рази, що зменшує кратність обробок рослин фунгіцидами.

Стимулятор росту ВИМПЕЛ 2® за допомогою багатоатомних спиртів прискорює обмінні процеси в рослині, які збільшують кореневі виділення рослин, що призводить до підвищення активності ґрунтових мікроорганізмів у прикореневій зоні (ризосфері). Карбонові кислоти посилюють зростання чисельності мікроорганізмів.

У результаті активізується виділення CO₂ і деструкція целюлози. Підтримується позитивний баланс гумусонакопичення. Збільшення мікробного числа азотфіксаторів, фосфор-мобілізаторів та інших корисних бактерій оптимізує мінеральне живлення рослин і дозволяє на 10-30% скоротити витрату мінеральних добрив.

Багатоатомні спирти мають плівкоутворюючу здатність. Завдяки цьому ВИМПЕЛ 2® забезпечує закріплення бакових препаратів на поверхні насіння та листя, що підвищує ефективність біопрепаратів, пестицидів та мікродобрив. У разі тривалого (до 2-х місяців) перебування в умовах нестачі вологи в ґрунті, насіння піддається негативному впливу провокаційної вологи, що призводить до його пліснявіння. Сформована еластична оболонка не перешкоджає вільному диханню, проте захищає насіння від ґрунтової провокаційної вологи, зберігаючи його схожість.

Позакореневе внесення препарату сприяє збільшенню кількості хлорофілу, що підсилює розвиток рослини. Препарат оптимізує процеси пластичного та енергетичного обмінів, роблячи процес фотосинтезу у рослин максимально ефективним.

ВИМПЕЛ 2® сумісний з пестицидами, макро-, мікродобривами та біопрепаратами. Препарат повністю розчиняється у воді та не втрачає свою активність у будь-яких бакових сумішах, підвищуючи ефективність їх дії. Низькомолекулярні багатоатомні спирти препарату легко проникають у

тканини, виконуючи функцію транспортного агента для всіх препаратів, що застосовуються спільно зі стимулятором росту ВИМПЕЛ 2®. Препарат підвищує якість продукції, врожайність (збільшується на 10-30 %).

Висновки з розділу 2:

Ґрунт дослідного поля чорнозем типовий глибокий малогумусний крупнопилувато середньо суглинковий є одним з переважаючих в регіоні Правобережного Лісостепу України та Київської області зокрема. Даний тип ґрунту добре забезпечений елементами живлення та за правильного підбору основних елементів технології вирощування може забезпечувати високий рівень урожайності сорго цукрового.

За роки досліджень погодні умови відрізнялись від середньо багаторічних показників. За вегетаційний період нестача опадів порівняно з середньобагаторічними значеннями становила 130,3-174,1мм, а середні температури повітря на 1,3-3,1С були вищими. Однак, зважаючи на біологічні особливості сорго цукрового (посухостійкість та стійкість до підвищених температур) погодні умови в цілому були сприятливими для росту та розвитку культури.

Схема чотирифакторного дослідів і методика досліджень відповідають робочим гіпотезам; програмою досліджень передбачена достатня кількість обліків, спостережень і аналізів, які дозволяють глибоко і всебічно розкрити суть закономірностей росту, розвитку і продуктивності досліджуваних гібридів сорго цукрового.

Технологія вирощування сорго цукрового на дослідних ділянках відповідала схемі проведення дослідів та була спрямована на створення оптимальних умов для росту та розвитку рослин. Елементи технології вирощування, що не вивчались в досліді були загальноприйнятими для Правобережної частини Лісостепу України.

РОЗДІЛ 3

ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРНИХ ПОКАЗНИКІВ СОРГО ЦУКРОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

За вирощування сорго цукрового усі агротехнічні заходи по-своєму важливі і необхідні, вносять вклад в ріст та розвиток рослин і формування їх продуктивності. Вплив окремих елементів технології вирощування на урожайність може проявитися за рахунок оптимізації умов вирощування або ж формування кращого фізіологічного стану рослин чи їх біометричних показників.

Оптимізація площ живлення культури за рахунок висівання з різною шириною міжрядь та нормою висіву дозволяє створити оптично однорідні посіви з метою кращого забезпечення рослин доступом до вологи, елементів живлення в ґрунті та фотосинтетично активної радіації [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Також, одним з прийомів, який забезпечує підвищення ефективності використання генетичного потенціалу сільськогосподарських культур є використання регуляторів росту. Усі регулятори росту рослин, які наразі використовуються, є високоспецифічними активними сполуками. Вони чутливі навіть до сортових відмінностей рослин, а фізіологічна їх дія залежить від багатьох чинників: строків обробки, концентрації препарату, стану рослин, природно-кліматичних умов тощо. Один і той же препарат, залежно від поєднання чинників, може бути використаний по-різному. Тому необхідно завжди мати на увазі, що застосування регуляторів росту рослин у польових умовах буде ефективним тільки за суворого дотримання технологій вирощування і високого рівня забезпечення рослин поживними речовинами [76].

Тому метою наших досліджень було встановлення ефективності вирощування різних гібридів сорго цукрового за застосування регулятора росту

Вимпел 2 за передпосівної обробки ним насіння та використання по вегетації за комплексного поєднання з факторами ширини міжрядь та густоти посівів.

3.1. Біометричні показники сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту

Сівбу сорго цукрового в умовах Київської області в основному по роках досліджень проводили в першій декаді травня, а сходи отримували зазвичай в другій на початку третьої декади травня.

Дані тривалості міжфазних та вегетаційного періодів сорго цукрового за різних варіантів ширини міжрядь, густоти стояння рослин та обробки регулятором росту наведено в таблиці 3.1.

Аналіз багаторічних досліджень показує, що тривалість міжфазного періоду сходи – три листки залежала від біологічних особливостей досліджуваних гібридів сорго цукрового та застосування обробки насіння препаратом Вимпел 2. В середньому по досліді рослини сорго цукрового мали тривалість даного міжфазного періоду на рівні 7 діб, а в гібрида Довіста – 8 діб, та в гібрида Гулівер – 6 діб.

Як уже відмічалось, використання передпосівної обробки насіння сприяло більш інтенсивному розвитку рослин. Так, в гібрида Довіста тривалість даного періоду на контрольних варіантах була 9 діб, а за обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 – 7 діб, аналогічні закономірності спостерігались і для гібрида Гулівер – 7 та 5 діб відповідно.

На початку вегетаційного періоду було достатньо вологи для проростання насіння сорго та подальшого розвитку рослин за рахунок опадів, що в березні на початку квітня поновлювали запаси вологи в верхньому шарі ґрунту. Тому відмінностей тривалості сходів та міжфазного періоду сходи – три листки за різних варіантів ширини міжрядь та густоти рослин не було зафіксовано.

Тривалість міжфазного періоду три листки – кущення теж можна описати як з точки зору біологічних особливостей досліджуваних гібридів, так і особливостей елементів технології досліді. Так, в цілому по досліді рослини

перебували в даному міжфазному періоді близько 17 діб, гібрид Довіста – 20 діб та гібрид Гулівер – 15 діб. За аналогією з попереднім періодом, ширина міжрядь та густина рослин незначно впливали на тривалість настання фенологічних фаз росту та розвитку і відмінності в межах доби були приведені нами до цілих чисел.

Таблиця 3.1

Тривалість міжфазних та вегетаційного періодів сорго цукрового за різних варіантів ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту, діб, (середнє 2016-2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор Б)	Густина, тис. шт./га (фактор В)	Обробка регулятором росту (фактор Г)	Фаза росту						Тривалість вегетаційного періоду
				сходи - три листки	три листки - кушення	кушення - вихід в трубку	вихід в трубку - викидання вологі	викидання вологі - молочна стиглість	молочна стиглість - повна стиглість	
Довіста	45	150	Контроль	9	20	18	28	35	26	136
			Вимпел 2	7	19	17	26	34	26	129
		200	Контроль	9	20	18	28	35	26	136
			Вимпел 2	7	19	17	26	34	26	129
		250	Контроль	9	20	18	28	35	26	136
			Вимпел 2	7	19	17	26	34	26	129
	70	150	Контроль	9	20	18	28	35	26	136
			Вимпел 2	7	19	17	26	34	26	129
		200	Контроль	9	20	18	28	35	26	136
			Вимпел 2	7	19	17	26	34	26	129
		250	Контроль	9	20	18	28	35	26	136
			Вимпел 2	7	19	17	26	34	26	129
Гулівер	45	150	Контроль	7	16	17	26	34	14	114
			Вимпел 2	5	14	16	23	33	14	105
		200	Контроль	7	16	17	26	34	14	114
			Вимпел 2	5	14	16	23	33	14	105
		250	Контроль	7	16	17	26	34	14	114
			Вимпел 2	5	14	16	23	33	14	105
	70	150	Контроль	7	16	17	26	34	14	114
			Вимпел 2	5	14	16	23	33	14	105
		200	Контроль	7	16	17	26	34	14	114
			Вимпел 2	5	14	16	23	33	14	105
		250	Контроль	7	16	17	26	34	14	114
			Вимпел 2	5	14	16	23	33	14	105
HP _{0,05}				1	2	2	3	2	2	4

Найбільш істотний вплив на тривалість міжфазного періоду три листки – кушення викликало застосування передпосівної обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2. Так, в гібрида Довіста середня тривалість міжфазного періоду на контролі була 20 діб, а за обробки Вимпел 2 – 19 діб, аналогічно в гібрида Гулівер – 16 та 14 діб.

Відповідно до схеми досліду, перша обробка стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/т) була проведена на насінні, до сівби сорго цукрового, а друга – позакореневе застосування в фазу кушення (0,5 л/га). Тому в міжфазний період кушення – вихід в трубку зберігалась позитивна динаміка більш швидкого росту та розвитку рослин, оброблених препаратом Вимпел 2. Хоча, позитивний ефект від негайного застосування стимулятора росту отримати неможливо, тому вважаємо, що ці відмінності є наслідком обробки насіння даним препаратом.

Середня тривалість міжфазного періоду кушення – вихід в трубку по досліді становила 17 діб, в гібрида Довіста – 18 діб, а в гібрида Гулівер – 17 діб відповідно. За застосування стимулятора росту Вимпел 2 тривалість даного міжфазного періоду скорочувалась в середньому на одну добу по усіх досліджуваних гібридах.

Тривалість наступного міжфазного періоду вихід в трубку – викидання волоті по досліді становила 26 діб, в гібрида Довіста – 27 діб а в гібрида Гулівер – 25 діб відповідно. Різниця між рослинами, не обробленими стимулятором росту Вимпел 2, та обробленими становила в середньому для гібрида Довіста 2 доби а для гібрида Гулівер 3 доби.

Загалом же основним завданням використання препаратів, що стимулюють ріст та розвиток сорго цукрового було скорочення тривалості вегетативної частини періоду росту та розвитку, так як першій половині вегетації рослини ростуть повільно та не можуть ефективно конкурувати за елементи живлення.

Загальна тривалість вегетаційного періоду від сходів до викидання волоті в середньому по досліді була 67 діб, в той час як в гібрида Довіста – 72 доби, а в гібрида Гулівер – 62 доби.

Використання ж, відповідно до схеми досліді першої обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/т) та другої – позакореневого застосування в фазу кущення (0,5 л/га), сприяло скороченню тривалості вегетативного періоду в гібрида Довіста з 75 діб до 69 діб, а в гібрида Гулівер з 66 до 59 діб.

Загальна тривалість міжфазного періоду викидання волоті – молочна стиглість по досліді становила 34 доби, а от в гібрида Довіста – 35 та в гібрида Гулівер – 34 доби відповідно. Використання відповідно схеми досліді стимулятора росту Вимпел 2 позитивно впливало на ріст та розвиток рослин і загалом пришвидшувало тривалість міжфазного періоду на одну добу. А от достовірних відмінностей між іншими варіантами досліді в затримці або пришвидшенні росту та розвитку рослин сорго нами не було виявлено.

Тривалість періоду молочна стиглість – повна стиглість була сортоспецифічною і не залежала від факторів польового експерименту. Так, в гібрида Довіста вона становила 26 діб, а в гібрида Гулівер – 14 діб.

Загальна тривалість вегетаційного періоду досліджуваних гібридів сорго цукрового передусім визначалась їх біологічними особливостями. Так, гібрид Гулівер середньоранній з вегетаційним періодом 96-110 діб до воскової стиглості та 106-116 діб до повної стиглості зерна, а от гібрид Довіста – середньопізній з вегетаційним періодом 120-130 діб до воскової стиглості та 130-140 діб до повної стиглості зерна.

За результатами проведених досліджень встановлено в гібрида Довіста загальну тривалість вегетаційного періоду на рівні 133 доби, а в гібрида Гулівер – 110 діб відповідно. За умови застосування стимулятора росту Вимпел 2 ріст та розвиток рослин гібрида Довіста пришвидшувався на 7 діб, а рослин гібрида Гулівер на 9 діб.

Польова схожість насіння, відсоток виживання рослин впродовж вегетації та показники густоти посівів сорго цукрового на час збирання є надзвичайно

важливим елементом для розуміння оптимальності структури посівів та змін, що відбуваються в агроценозі соргового поля. Адже саме досягнення оптимального розташування рослин в просторі дозволяє їм добре рости та розвиватись та формувати високий рівень продуктивності та відповідно для забезпечення цього формується архітектоніка рослин (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Схожість сорго цукрового (Білоцерківська ДСС, 2017 р.).

Показники польової схожості насіння, виживання та густоти рослин залежно від ширини міжрядь, густоти та обробки регулятором росту наведені в таблиці 3.2.

За результатами досліджень встановлено, що за сівби насіння сорго цукрового з лабораторною схожістю понад 87%, польова його схожість за норми висіву 180–230–270 тис. схожих насінин, відкоригованої відповідно лабораторної схожості в середньому по досліді становила в гібрида Довіста 77,7%, а в гібрида Гулівер – 76,5%.

Варіанти різної ширини міжрядь та густоти рослин недостовірно впливали на зміни польової схожості насіння сорго цукрового. Так, в гібрида Довіста при порівнянні аналогічних варіантів без застосування стимулятора росту рослин Вимпел 2 відмінності в польовій схожості насіння були в межах 75,4-76,5%, а в Гулівер – 74,1-75,2%, за показника найменшої істотної різниці дослідів 1,1.

Таблиця 3.2

Польова схожість насіння, виживання та густина рослин залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту, %
(2016-2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор Б)	Густина, тис. шт./га (фактор В)	Обробка регулятором росту (фактор Г)	Польова схожість насіння, %	Вживання рослин, %	Густина на час збирання, тис. шт./га
Довіста	45	150	Контроль	76,5	89,4	102,7
			Вимпел 2	78,5	92,1	108,4
		200	Контроль	76,6	90,1	138,1
			Вимпел 2	79,5	92,4	146,9
		250	Контроль	76,7	89,5	171,7
			Вимпел 2	79,6	92,4	183,9
	70	150	Контроль	75,4	89,0	100,8
			Вимпел 2	78,0	91,4	106,9
		200	Контроль	75,5	89,6	135,3
			Вимпел 2	80,5	92,3	148,5
		250	Контроль	75,4	88,9	167,5
			Вимпел 2	80,5	92,2	185,6
Гулівер	45	150	Контроль	74,2	89,1	99,2
			Вимпел 2	77,5	92,7	107,7
		200	Контроль	74,1	89,4	132,5
			Вимпел 2	78,5	92,3	144,8
		250	Контроль	74,3	89,1	165,6
			Вимпел 2	78,8	92,1	181,4
	70	150	Контроль	75,2	89,5	100,9
			Вимпел 2	76,5	90,3	103,7
		200	Контроль	75,1	89,3	134,2
			Вимпел 2	79,6	92,5	147,2
		250	Контроль	75,1	90,0	168,9
			Вимпел 2	79,5	92,4	183,6
НІР _{0,05}				1,1	1,4	2,3

Максимальні ж відхилення значень польової схожості рослин були зафіксовані за обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2. Так, за таких умов показники схожості в гібрида Довіста змінювались в межах 78,0-80,5%, а

в гібрида Гулівер – 76,5-79,6 %. Різниця між середніми значеннями контрольних варіантів та оброблених препаратом Вимпел 2 складала 3,4 та 3,7% відповідно.

Важливим показником, що відображає наскільки умови росту та розвитку рослин сорго цукрового відповідають їх біологічним потребам та наскільки ефективними є операції догляду за посівами є відсоток виживання рослин впродовж вегетації.

За аналогією з польовою схожістю варіанти досліду дослідження різної ширини міжрядь та густоти посіву недостовірно впливали на зміни виживання рослин сорго цукрового. Так, в гібрида Довіста при порівнянні аналогічних варіантів без застосування стимулятора росту рослин Вимпел 2 відмінності в відсотку виживання впродовж вегетації були в межах 88,9-90,1%, а в Гулівер – 89,1-90,0%, за показника найменшої істотної різниці досліду 1,4.

В середньому по досліді відсоток виживання рослин сорго цукрового гібрида Довіста був 90,8 %, а в гібрида Гулівер – 90,7 %. Отримані дані можуть свідчити про те, що в цілому за вирощування різних гібридів сорго цукрового були створені аналогічні умови для успішного їх росту та розвитку.

Використання відповідно до схеми досліду першої обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/т) та другої – позакореневого застосування в фазу кущення (0,5л/га) сприяло підвищенню чисельності збережених впродовж вегетації рослин сорго цукрового. Так, за таких умов відсоток виживання в гібрида Довіста на контрольних варіантах був в середньому 89,4%, а за застосування препарату Вимпел 2 становив 92,1%, аналогічно в гібрида Гулівер – 89,4 та 92,0%.

Закономірності схожості насіння, росту та розвитку рослин сорго цукрового впродовж вегетації лягли в основу формування густоти рослин на час збирання врожаю. На відміну від польової схожості насіння та відсотку виживання рослин впродовж вегетації ця ознака значною мірою передусім залежала від норми висіву насіння. За норми висіву, яка сформувала кінцеву густоту 150 тис. шт./га на час збирання сорго гібрида Довіста залишалось 100,8-

108,4 тис. шт./га рослин, за норми висіву 230 тис. схожих насінин, яка забезпечила густоту 200 тис. шт./га – відповідно 135,3-148,5 тис. шт./га, а за норми висіву 270 тис. схожих насінин, яка сформувала 250 тис. шт./га – 167,5-185,6 тис. шт./га рослин. Аналогічно, на час збирання сорго в гібрида Гулівер за запланованої густоти 150 тис. шт./га, залишалось у посівах 99,2-107,7 тис. шт./га рослин, за 200 тис. шт./га – 132,5-147,2 тис. шт./га, а за 250 тис. шт./га – 165,6-183,6 тис. шт./га рослин.

Застосування стимулятора росту Вимпел 2 сприяло збереженості рослин впродовж вегетації, а відповідно й формувались більші показники густоти на час збирання. Так, за норми висіву насіння, яка сформувала 150 тис. шт./га рослин гібрида Довіста та Гулівер на 5,8 та 8,5 тис. шт./га рослин було більше порівняно з контрольними варіантами за ширини міжрядь 45 см. За ширини міжрядь 70 см відповідно зростання чисельності рослин за застосування препарату Вимпел 2 було на 6,1 та 2,7 тис. шт./га.

За запланованої густоти сорго 200 тис. шт./га отримали збільшення густоти рослин від використання препарату Вимпел 2 на 8,8 та 12,3 тис. шт./га за ширини міжрядь 45 см та відповідно 13,2 та 13,0 тис. шт./га на міжряддях 70 см.

За аналогією з вищевикладеними нормами висіву досліджуваних гібридів, яка забезпечила заплановану густоту рослин 250 тис. шт./га, внесення препарату Вимпел 2 сприяло формуванню більшої густоти рослин у варіантах на 12,2 та 15,8 тис. шт./га за ширини міжрядь 45 см та відповідно 18,2 та 14,8 тис. шт./га на міжряддях 70 см.

Загалом в досліді спостерігалась взаємодія факторів експерименту. Так, за застосування обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/т) та другого позакореневого застосування в фазу кущення (0,5 л/га) сприяло формуванню більшої густоти рослин та створювались кращі умови для їх виживання.

3.2. Специфіка забур'янення посівів сорго цукрового

Задля більш ширшого встановлення закономірностей росту та розвитку сорго цукрового та його виживання впродовж вегетації, детально зупинимось на процесах специфіки забур'янення посівів, що особливо актуально з огляду на тривалий період ростової активності культурних рослин.

Так, рослини сорго цукрового потребують надійного захисту на початку вегетації впродовж 40-50 діб від появи сходів. В цей час не тільки відбувається формування першої, найпотужнішої хвилі сходів бур'янів, а й рослини сорго цукрового ростуть повільно і тому не в змозі контролювати і заповнювати усі вільні екологічні ніші на полі. Крім того, заходи захисту посівів від бур'янів неможливо застосовувати на більш пізніх етапах росту та розвитку культури, що в свою чергу призводить до відростання бур'янів, що вижили та формування нових сходів повторного забур'янення [95].

Для сорго цукрового основними заходами захисту посівів від бур'янів вважається застосування досходових гербіцидів. На відміну від інших культур, сорго є більш чутливим до гербіцидів, тому у разі неправильного підбору норм або строків застосування гербіцидів в фазу 3-5 листків культури воно відстає у рості, а врожайність значно знижується [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Крім того, застосування по вегетації гербіцидів в фазу 3-5 листків культури призводить до зниження ефективності гербіциду, а також до пригнічення культурних рослин. Однак, не в повній мірі спрацьовують і препарати досходові. Аналіз результатів досліджень інших авторів показав, що частина бур'янів починає сходити вже у посівах сорго, коли захисна плівка препарату на поверхні ґрунту може бути зруйнована опадами, або в результаті негативного впливу посухи [174].

Якщо ґрунтові гербіциди не вносили, або ж їм ефективність дії була низькою можна застосувати препарат Прімекстра Голд, однак, він не знищує перерослі злакові бур'яни, які мають більше 2-3 листків. Проти дводольних однорічних та багаторічних видів використовують препарати на основі 2,4-Д у фазі 3-5 листків, що знищують бур'яни з родини капустяних, лободових та пасльонових. Однак, в той же час кореневищні та коренепаросткові бур'яни не

знищуються, а лише пригнічуються. А тому для сорго цукрового, поруч з правильним застосуванням гербіцидів, для захисту посівів від бур'янів на перший план і виходить фітоценотичне їх контролювання шляхом формування оптично світлонепроникних посівів для унеможливлення появи хвилі бур'янів повторного забур'янення [95]. Повторне забур'янення посівів сорго цукрового спричиняється не тільки за рахунок неправильного застосування елементів технології вирощування: захисту посівів за допомогою гербіцидів та механічних культивацій, а скільки в силу біологічних особливостей культури [117; 165].

Найбільш поширеними видами в посівах сорго цукрового є ярі й пізні ярі бур'яни, які починають з'являтися ще до появи сходів культури. Так, в роки проведення наших досліджень до таких видів можна віднести: гірчак березкоподібний (*Polygonum convolvulus* L.), лободу білу (*Chenopodium album* L.), амброзію полинолисту (*Ambrosia artemisifolia* L.), незбутницю дрібноквіткову (*Galinsoga parviflora* Cav.).

З появою сходів рослин культури в посівах з'являються сходи пізніх ярих видів бур'янів: щириці звичайної (*Amaranthus retroflexus* L.), півнячого проса (*Echinochloa crus-galli* L.), мишію сизого (*Setaria glauca* L.), пасльону чорного (*Solanum nigrum* L.) та ін.

Дані чисельності та маси бур'янів повторного забур'янення посівів сорго цукрового за різних варіантів ширини міжрядь, норми висіву та обробки регулятором росту наведено в таблиці 3.3.

В середньому по досліді у посівах сорго цукрового спостерігалось 33,6 шт./м² рослин бур'янів повторного забур'янення. Вони утворювали вегетативну масу в середньому на рівні 262,9 г/м², що в сухому еквіваленті становило 89,8 г/м². Відмінності між середніми значеннями забур'янення ділянок досліджуваних гібридів були в межах незначних відхилень, а тому обрані ділянки для проведення досліджень характеризуються однаковим типом забур'янення та чисельністю основних видів бур'янів.

За вирощування сорго цукрового з шириною міжрядь 70 см у посівах

формувалось значно більше бур'янів порівняно з міжряддями 45 см. Так, у посівах гібрида Довіста у контрольному варіанті за ширини міжрядь 45 см виявлено 51,2-13,3 шт./м² рослин бур'янів, а за ширини міжрядь 70 см відповідно 64,7-15,7 шт./м² рослин бур'янів.

Таблиця 3.3

Чисельність та маса бур'янів повторного забур'янення посівів сорго цукрового за різних варіантів ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту, (середнє 2016-2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор Б)	Густота, тис. шт./га (фактор В)	Обробка регулятором росту (фактор Г)	Кількість бур'янів, шт./м ²	Сира маса бур'янів, г/м ²	Суша маса, г/м ²
Довіста	45	150	Контроль	51,2	399,0	137,8
			Вимпел 2	47,2	243,0	86,5
		200	Контроль	30,4	214,0	74,1
			Вимпел 2	25,6	168,0	57,2
		250	Контроль	13,3	112,0	37,4
			Вимпел 2	10,2	73,0	25,0
	70	150	Контроль	64,7	532,0	180,4
			Вимпел 2	60,1	456,0	155,9
		200	Контроль	37,2	344,0	109,3
			Вимпел 2	32,3	297,0	103,9
		250	Контроль	15,7	147,0	52,9
			Вимпел 2	13,0	114,0	41,1
Гулівер	45	150	Контроль	51,0	407,0	137,6
			Вимпел 2	47,3	244,0	80,0
		200	Контроль	30,6	218,0	72,9
			Вимпел 2	25,8	175,0	60,5
		250	Контроль	13,4	119,0	39,5
			Вимпел 2	10,5	101,0	32,8
	70	150	Контроль	64,9	541,0	188,9
			Вимпел 2	60,5	472,0	168,2
		200	Контроль	37,6	356,0	123,7
			Вимпел 2	32,8	310,0	100,0
		250	Контроль	16,2	151,0	50,8

			Вимпел 2	13,8	116,0	39,6
			НІР _{0,05}	0,3	6,0	2,3

Аналогічно в посівах гібрида Гулівер у контрольному варіанті за ширини міжрядь 4 см виявлено 51,0-13,4 шт./м² рослин бур'янів, а за ширини міжрядь 70 см відповідно 64,9-16,2 шт./м² рослин бур'янів.

Окрім впливу ширини міжрядь на особливості повторного забур'янення посівів, мали важіль впливу і густота сорго цукрового та застосування стимулятора росту, так як даний елемент технології прискорював ріст та розвиток рослин на ранніх етапах вегетації.

Так, за густоти рослин 150 тис. шт./га у посівах сорго цукрового утворювались максимальні параметри кількості та маси бур'янів. У посівах гібрида Довіста, за ширини міжрядь 45 см виявлено 51,2 шт./м² рослин бур'янів, які формували вегетативну масу 399,0 г/м² та суху – 137,8 г/м². Однак, загалом по досліді максимальні параметри кількості та маси бур'янів були сформовані за ширини міжрядь 70 см та найменшої густоти рослин. Так, у посівах гібрида Довіста за даної ширини міжрядь виявлено 64,7 шт./м² рослин бур'янів, які формували вегетативну масу 532,0 г/м² та суху – 180,4 г/м². У посівах гібрида Гулівер виявлено 64,9 шт./м² рослин бур'янів, які формували вегетативну масу 541,0 г/м² та суху – 188,9 г/м².

Густота рослин 250 тис. шт./га та ширина міжрядь 45 см сприяли отриманню оптимальних параметрів фотонепроникності посівів сорго цукрового та мінімальних показників кількості бур'янів. Так, у посівах гібрида Довіста виявлено 13,3 шт./м² рослин бур'янів, які формували вегетативну масу 112,0 г/м² та суху – 37,4 г/м². У посівах гібрида Гулівер виявлено 13,4 шт./м² рослин бур'янів, і вони формували вегетативну масу 119,0 г/м² та суху – 39,5 г/м².

Також ефективним в плані фітоценотичного обмеження росту та розвитку бур'янів виявилось застосування стимулятора росту рослин Вимпел 2 для обробки насіння та застосування по вегетації сорго цукрового. За рахунок того, що за першого використання препарату було оброблене насіння сорго, то після

його проростання відбулась стимуляція ростових процесів у культурних рослин. Друге внесення препарату було в фазу кушення сорго цукрового та відповідним чином посилює ріст та розвиток рослин сорго цукрового. Також методи суцільного внесення препарату могли сприяти активізації процесів росту й розвитку в бур'янів.

Аналіз таблиці 3.3 показує, що застосування обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/т) до сівби сорго цукрового та другою позакореневе застосування в фазу кушення (0,5 л/га) сприяло посиленню конкурентної боротьби за фактори живлення та зменшенню біометричних параметрів бур'янів. Порівняно з необробленими варіантами, у посівах гібрида Довіста кількість рослин бур'янів зменшувалась на 2,7-4,8 шт./м², сира маса на 33,0-156,0 г/м², а суха маса бур'янів на 5,3-51,3 г/м². Аналогічно і у посівах гібрида Гулівер кількість рослин бур'янів зменшувалась на 2,4-4,8 шт./м², сира маса на 35,0-163,0 г/м², а суха маса бур'янів на 6,7-57,6 г/м².

Найбільш ефективним застосування стимулятора росту рослин виявилось в сумі дії факторів – за ширини міжрядь 45 см та густоти рослин сорго цукрового 250 тис. шт./га. Так, у посівах гібрида Довіста було виявлено 10,2 шт./м² рослин бур'янів, які формували вегетативну масу 73,0 г/м² та суху – 25,0 г/м², у посівах гібрида Гулівер виявлено 10,5 шт./м² рослин бур'янів, і вони формували вегетативну масу 101,0 г/м² та суху – 32,8 г/м².

Таким чином, повторне забур'янення посівів сорго цукрового за ширини міжрядь 70 см та густоти рослин 150 тис. шт./га є стримуючим фактором ефективного росту та розвитку рослин та формування ними в подальшому високого рівня продуктивності.

3.3. Рівень впливу елементів технології вирощування на структурні показники врожаю сорго цукрового

Окрім розглянутих вище таких параметрів посівів сорго цукрового, одним з важливих показників, що визначає величину асиміляційної поверхні є густота стеблостою, яка залежить від здатності злакових культур до кушіння [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Не зважаючи на те, що продуктивність додаткових пагонів в сорго цукрового нижча порівняно з зерновим та іншими злаковими культурами, цей механізм формування додаткової оптичної щільності посіві слід розглянути окремо. Так, в працях інших учених відзначено, що особливості кушіння у сорго залежить від сорту, гібрида та умов вирощування. Так, сорго цукрове зазвичай здатне формувати від 2 до 4 і більше стебел [218].

В своїх дослідженнях ми використовували гібриди сорго цукрового з доволі низьким коефіцієнтом кушіння. Так, в гібрида Довіста він був на рівні 1,4-2,2 стебел на 1 рослину, а в гібрида Гулівер відповідно 1,4-1,8 стебел на 1 рослину.

Висота рослин сорго цукрового не тільки характеризує особливості лінійного приросту рослин, а й визначає обсяги потенційного рівня продуктивності культури. Власне добуток висоти рослин та діаметру стебла є усередненим мірилом рівня продуктивності вегетативної маси рослин. За літературними даними висота рослин залежить від особливостей сорту, гібриду, метеорологічних умов місця вирощування і умов живлення рослин [190; 192].

Особливості розташування рослин сорго цукрового в просторі – ширина міжрядь та густота стояння рослин, накладають відбиток на формування рослинами кількості листків. Від наявності листя та його розташування на рослині залежить ефективність роботи фотосинтезу та накопичення рослинами сорго цукрового запасних поживних речовин в соці стебел. В свою чергу кількість листків на рослинах також визначається біологічними особливостями досліджуваних сортів чи гібридів та умовами і особливостями технології вирощування [216].

Показники коефіцієнту кушіння, висоти та кількості листків залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту висвітлено в

таблиці 3.4.

Дослідження з визначення коефіцієнту кушення рослин показують тенденції зміни даного показника залежно від факторів досліджу.

Таблиця 3.4

Коефіцієнт кушення, висота рослин та кількість листків залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту, (середнє 2016-2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор Б)	Густота, тис. шт./га (фактор В)	Обробка регулятором росту (фактор Г)	Коефіцієнт кушення, шт.	Висота рослин в фазу воскової стиглості, см	Кількість листків, шт.
Довіста	45	150	Контроль	1,8	277,0	13,0
			Вимпел 2	2,1	285,0	14,1
		200	Контроль	1,7	264,0	12,7
			Вимпел 2	1,9	267,0	13,5
		250	Контроль	1,4	279,0	12,0
			Вимпел 2	1,6	282,0	12,6
	70	150	Контроль	1,9	269,0	13,1
			Вимпел 2	2,2	275,0	14,0
		200	Контроль	1,7	267,0	12,8
			Вимпел 2	1,8	272,0	13,5
		250	Контроль	1,6	265,0	12,2
			Вимпел 2	1,7	269,0	12,7
Гулівер	45	150	Контроль	2,0	282,0	12,9
			Вимпел 2	2,3	290,0	13,5
		200	Контроль	1,8	280,0	12,4
			Вимпел 2	2,0	281,0	13,1
		250	Контроль	1,7	278,0	11,8
			Вимпел 2	1,8	281,0	12,4
	70	150	Контроль	1,9	270,0	13,0
			Вимпел 2	2,1	272,0	13,5
		200	Контроль	1,8	268,0	12,4
			Вимпел 2	2,0	270,0	12,5
		250	Контроль	1,7	264,0	12,0
			Вимпел 2	1,7	266,0	12,4
НІР _{0,05}				0,2	13,0	0,5

Так, по мірі зростання густоти посівів коефіцієнт кушення зменшується. За густоти 150 тис. шт./га та ширини міжрядь 45 см коефіцієнт кушення становить в гібрида Довіста 1,8 шт., а в гібрида Гулівер – 2,0 шт. Підвищення густоти стояння до 250 тис. шт./га за ширини міжрядь 45 см сприяє зменшенню коефіцієнта кушення в гібрида Довіста до 1,4 шт., а в гібрида Гулівер – 1,7 шт.

Також встановлено збільшення коефіцієнту кушення рослин сорго цукрового у аналогічних варіантах густоти рослин за різної ширини міжрядь.

Однак, загалом слід відмітили лише тенденційні зміни (в межах похибки досліду) за збільшення ширини міжрядь до 70 см.

За застосування обробки стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/т) насіння до сівби сорго цукрового, та другого позакореневого застосування в фазу кушення (0,5 л/га) отримали підвищення коефіцієнту кушення рослин в гібридів сорго в межах 0,1-0,3 шт., що також було в межах похибки досліду.

В середньому за роки досліджень отримали максимальні показники кушення 2,2 шт. за сівби гібрида Довістаз густотою стояння 150 тис. шт./га та ширини міжрядь 70 см і використання стимулятора росту Вимпел 2 та аналогічно за 45 см ширини міжрядь – 2,1 шт.

Щодо висоти рослин в фазу воскової стиглості, то відмінності між контрольними варіантами та застосування обробки стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/т) насіння до сівби сорго цукрового, та другого позакореневого застосування в фазу кушення (0,5 л/га) перебували в межах 1,0-8,0 см. Відмінності в висоті рослин за різної ширини міжрядь та густоти посівів сорго цукрового та застосування стимулятора росту перебували в межах похибки досліду і в основному перераховані параметри визначались біологічними особливостями досліджуваних гібридів.

За результатами визначення кількості листків на рослинах сорго цукрового в фазу воскової стиглості встановлено, що в середньому по досліду даний показник досягав 12,8 шт./рослину, в гібрида Довіста – 13,0, а в гібрида Гулівер – 12,7 шт./рослину. Збільшення густоти стояння рослин сприяло формуванню меншої кількості листків на рослинах порівняно з густотою 150 тис. шт./га.

Показники діаметру стебла сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту в різні фази росту та розвитку рослин наведені в таблиці 3.5.

В фазу молочної стиглості рослин сорго цукрового в середньому по досліді в гібрида Довіста діаметр стебла досягав 1,32 см, а в гібрида Гулівер – 1,10 см. Таким чином, спостерігались сортоспецифічні відмінності в формуванні досліджуваної ознаки.

Таблиця 3.5

Діаметрстебла сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту, (середнє 2016-2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор Б)	Густота, тис. шт./га (фактор В)	Обробка регулятором росту (фактор Г)	Фенологічна фаза		
				молочна стиглість	молочно- воскова стиглість	воскова стиглість
Довіста	45	150	Контроль	1,30	1,40	1,50
			Вимпел 2	1,32	1,43	1,54
		200	Контроль	1,40	1,50	1,50
			Вимпел 2	1,43	1,54	1,53
		250	Контроль	1,40	1,50	1,60
			Вимпел 2	1,42	1,56	1,68
	70	150	Контроль	1,20	1,40	1,50
			Вимпел 2	1,21	1,42	1,54
		200	Контроль	1,20	1,40	1,50
			Вимпел 2	1,20	1,42	1,52
		250	Контроль	1,40	1,50	1,60
			Вимпел 2	1,41	1,50	1,63
Гулівер	45	150	Контроль	1,00	1,40	1,50
			Вимпел 2	1,05	1,44	1,52
		200	Контроль	1,10	1,40	1,40
			Вимпел 2	1,14	1,43	1,51
		250	Контроль	1,10	1,30	1,40
			Вимпел 2	1,17	1,33	1,41
	70	150	Контроль	1,00	1,30	1,40
			Вимпел 2	1,07	1,34	1,50
		200	Контроль	1,10	1,30	1,50
			Вимпел 2	1,20	1,33	1,55
		250	Контроль	1,10	1,40	1,50
			Вимпел 2	1,14	1,44	1,58
НІР _{0,05}				0,08	0,10	0,12

Мінімальні параметри формування діаметру стебла виявлені у контрольних варіантах за вирощування сорго цукрового з густотою стояння 150 тис. шт./га та за ширини міжрядь 45 і 70 см – в гібрида Довіста 1,20-1,30 см, в гібрида Гулівер відповідно 1,00 см.

Максимальний діаметр стебла встановлений за застосування обробки стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/т) насіння до сівби сорго цукрового та другого позакореневого застосування в фазу кущення (0,5 л/га) за ширини міжрядь 45 см і густоти рослин 200 тис. шт./га. Так, в фазу молочної стиглості у посівах гібрида Довіста діаметр стебла становив 1,43 см. В гібрида Гулівер максимальне значення діаметру стебла виявлено за аналогічних варіантів тільки за ширини міжрядь 70 см – 1,20 см.

В фазу молочно-воскової стиглості в середньому по досліді діаметр стебла в гібрида Довіста становив 1,46 см, а в гібрида Гулівер – 1,37 см. Мінімальні параметри діаметру стебла за аналогією спостерігались у контрольних варіантах за вирощування сорго цукрового з густотою рослин 150 тис. шт./га та за ширини міжрядь 45 і 70 см – в гібрида Довіста 1,40 см. Гібрид Гулівер реагував негативно на надмірне загущення рослин в рядках. Так, за густоти рослин 250 тис. шт./га та ширини міжрядь 45 см діаметр стебла становив всього 1,30 см.

Максимальний діаметр стебла в фазу молочно-воскової стиглості виявлено за застосування обробки стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/т) насіння до сівби сорго цукрового, та другого позакореневого застосування в фазу кущення (0,5 л/га) за ширини міжрядь 45 см і густоти стояння 200 тис. шт./га в гібрида Довіста – 1,54 см. Гібрид Гулівер формувал найбільше значення діаметру стебла – 1,44 см за аналогічних варіантів та густоти рослин 250 тис. шт./га і ширини міжрядь – 70 см.

В фазу воскової стиглості рослин сорго цукрового показники діаметру стебла були максимальними за весь період вегетації та в середньому по досліді і становили в гібрида Довіста – 1,55 см, в гібрида Гулівер – 1,48 см. Аналізуючи вище викладене, більш пізньостиглі гібриди забезпечують формування більшого діаметру стебла рослин сорго цукрового.

Максимальний діаметр стебла встановлено і за обробки стимулятором росту Вимпел 2 та за ширини міжрядь 45 см і густотою стояння 250 тис. шт./га. В гібрида Довіста діаметр стебла досягав 1,68 см, в гібрида Гулівер – 1,58 см.

Площа асиміляційної поверхні рослин відіграє надзвичайно важливе значення для росту та розвитку рослин сорго. Саме від цього показника залежать параметри росту та розвитку рослин, формування ними та накопичення цукрів в стеблах та сухої речовини.

Дослідники стверджують, що густоти рослин по-різному впливають на формування асиміляційної поверхні, так як у посівах створюються неоднакові умови температури і освітлення, надходження вуглекислоти та інших факторів життя, що впливають на поглинання фізіологічно активної радіації, інтенсивність процесів фотосинтезу і дихання рослин. Крім того, на формування площі листової поверхні також впливають інші фактори технології вирощування: удобрення рослини, застосування регуляторів росту, мікродобрив, стимулюючих препаратів, оптимізація площі живлення, тощо [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.]. Також інтенсивність радіації на рівні середніх і особливо нижніх листків порівняно з верхніми суттєво знижується, особливо за рахунок збільшення густоти рослин [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Визначення площі листової поверхні рослин, залежно від впливу факторів досліду у посівах сорго цукрового, здійснювали в основні фази розвитку: три листки, кущення, вихід у трубку, викидання волоті, молочна стиглість, повна стиглість.

Показники площі листової поверхні сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти стояння та обробки регулятором росту Вимпел 2 наведені в таблиці 3.6.

Площа листової поверхні рослин сорго цукрового на ранніх етапах росту та розвитку відносно невелика та не дозволяє рослинам контролювати світловий режим агрофітоценозу. Так, в фазу трьох листків в середньому по досліді формувалось 2,3 тис м²/га листової поверхні, що відповідає лише 23% поверхні поля.

В фазу трьох листків в сорго цукрового такі елементи технології як густота рослин та ширина міжрядь не впливали на формування площі листової поверхні, а отримані відхилення були в межах похибки досліду. Обробка насіння регулятором росту Вимпел 2 позитивно позначилась не тільки на стимуляції його проростання, а й на формуванні площі листя рослинами сорго на ранніх етапах розвитку.

Таблиця 3.6

Площа листової поверхні сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту, тис м²/га (2016-2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор Б)	Густота, тис. шт./га (фактор В)	Обробка регулятором росту (фактор Г)	Фаза росту					
				три листки	кущення	вихід в трубку	викидання волоті	молочна стиглість	повна стиглість
Довіста	45	150	Контроль	2,1	7,8	19,8	34,9	44,8	37,3
			Вимпел 2	2,3	8,0	20,3	39,0	49,0	42,9
		200	Контроль	2,1	8,1	20,4	35,5	42,2	35,2
			Вимпел 2	2,2	8,5	21,4	36,7	47,0	40,4
		250	Контроль	2,0	8,2	20,7	35,7	44,3	40,4
			Вимпел 2	2,3	8,6	22,2	37,7	47,3	40,1
	70	150	Контроль	2,0	7,9	19,9	35,9	43,9	39,6
			Вимпел 2	2,2	8,2	20,7	35,5	46,0	36,9
		200	Контроль	2,1	8,3	21,6	38,6	50,6	43,6
			Вимпел 2	2,3	8,8	22,3	40,8	49,9	42,0
		250	Контроль	2,0	8,4	21,0	36,5	44,2	37,2
			Вимпел 2	2,3	8,9	22,6	39,5	50,5	43,3
Гулівер	45	150	Контроль	2,0	7,6	19,1	34,7	45,5	39,5
			Вимпел 2	2,4	7,8	20,0	36,2	47,3	39,6
		200	Контроль	2,2	7,9	20,3	35,6	43,2	36,4
			Вимпел 2	2,5	8,3	21,2	37,2	51,6	40,4

		250	Контроль	2,1	8,0	20,4	35,7	46,0	41,6	
			Вимпел 2	2,3	8,4	20,6	37,9	44,1	38,6	
	70	150	Контроль	2,1	7,7	19,5	34,8	42,6	34,6	
			Вимпел 2	2,2	8,0	20,0	35,5	42,8	37,2	
		200	Контроль	2,3	8,1	20,4	36,5	43,7	38,4	
			Вимпел 2	2,5	8,6	21,0	38,0	45,1	37,1	
		250	Контроль	2,4	8,2	20,3	36,0	44,2	35,2	
			Вимпел 2	2,5	8,7	21,8	37,5	44,3	37,6	
	НІР _{0,05}				0,1	0,3	1,1	1,7	2,0	1,8

Так, різниця з контрольними необробленими варіантами у посівах гібрида Довіста встановлена в межах 0,1-0,3 тис м²/га, в посівах гібрида Гулівер – 0,1-0,4 тис м²/га.

В фазу кушення рослини сорго цукрового отримали дещо більшу площу листової поверхні, і в середньому по досліді формувалось 7,8 тис м²/га листової поверхні, що відповідає 78% поверхні поля. Загалом, такої кількості листя ще не достатньо для успішного фітоценотичного контролювання сходів бур'янів на поверхні поля та створення відповідного мікроклімату і мінімізації поверхневого випаровування вологи.

Щодо впливу факторів досліді, то в фазу кушення рослин площа листової поверхні незначно збільшувалась за вирощування культури з ширини міжрядь 70 см, що пов'язано з іншим просторовим розташуванням рослин та необхідністю формування достатньої кількості високоефективного фотосинтезуючого листового апарату.

В подальшому площа листового апарату зростала по мірі підвищення густоти рослин. Це викликано посиленням конкурентної боротьби культурних рослин за фактори живлення та надходження сонячної енергії. Слід зауважити, що в дослідженнях ми не використовували екстремально великі чи низькі густоти рослин, тому зростання площі листової поверхні відбувалось в середньому на 0,4-0,5 тис м²/га. Однак, за густоти рослин 150 тис. шт./га на одній рослині утворюється 0,052 м² листової поверхні, а за 250 тис. шт./га даний показник зменшується до 0,034 м² листової поверхні. Таким чином, в силу фізіологічних обмежень ростових процесів вегетативної частини сорго

цукрового, в даний період росту та розвитку рослини не можуть формувати значні відмінності в площі листової поверхні залежно від густоти. Загалом формується мінімум, який необхідний для росту та розвитку на ранніх етапах вегетації культури.

Аналогічно вище згаданого періоду розвитку, застосування препарату Вимпел 2 для передпосівної обробки насіння та додаткова обробка ним по вегетації в фазу кущення, сприяли збільшенню показників формуванню площі листової поверхні рослинами сорго цукрового. Різниця між контрольними варіантами та ділянками де застосовували стимулятор росту становила в середньому 0,2-0,5 тис м²/га.

В фазу виходу рослин сорго цукрового в трубку мали в середньому по досліді 19,8 тис м²/га листової поверхні, що відповідає 198% поверхні поля. Фактично така кількість листя була достатньою для успішного фітоценотичного контролювання сходів бур'янів на поверхні поля та створення оптимального мікроклімату.

Рослини гібрида Довіста формували в фазу виходу в трубку площу листової поверхні на рівні 19,8-22,6 тис. м²/га, а в гібрида Гулівер відповідно 19,1-21,8 тис. м²/га. Застосування препарату Вимпел 2 сприяло отриманню більшої площі листової поверхні порівняно з контрольними варіантами в гібрида Довістана 0,5-1,6 тис. м²/га, а в гібрида Гулівер відповідно 0,2-1,4 тис. м²/га.

В фазу викидання волоті в середньому по досліді формувалось 36,8 тис. м²/га листової поверхні: посіви гібрида Довіста утворювали 34,9-40,8 тис. м²/га, а гібрида Гулівер відповідно 34,7-38,0 тис. м²/га.

Мінімальні показники площі листової поверхні утворювались за умови вирощування сорго цукрового з густотою рослин 150 тис. шт./га у контрольних варіантах за ширини міжрядь 45 см в обох досліджуваних гібридів сорго цукрового.

За застосування стимулятора росту Вимпел 2 максимальні показники площі листової поверхні в досліді формувались в гібрида Довіста за

вирощування з шириною міжрядь 70 см та густотою 200 тис. шт./га – 40,8 тис. м²/га, а в гібрида Гулівер відповідно 38,0 тис. м²/га.

Максимальна площа листкової поверхні в досліді досягала в фазу молочної стиглості зерна сорго. Так, встановлено, що в середньому по досліді утворювалось 45,8 тис м²/га листкової поверхні: рослини гібрида Довіста утворювали на рівні 42,2-50,6 тис.м²/га, а в гібрида Гулівер відповідно 43,2-51,6 тис.м²/га.

В фазу молочної стиглості сорго цукрового вплив стимулятора росту на ріст та розвиток рослин зменшився і основна різниця в площі листкової поверхні встановлена у варіантах з густотою 200 тис. шт./га. Так, порівняно з контролем, в гібрида Довіста за вирощування з шириною міжрядь 45 см різниця була 4,2 тис м²/га, а за ширини міжрядь 70 см – 2,1 тис м²/га, а в гібрида Гулівер відповідно 1,8 та 0,2 тис м²/га.

В фазу повної стиглості сорго формувалась дещо менша площа листкової поверхні порівняно з фазою молочної стиглості зерна сорго. Визначено, що в середньому по досліді утворювалось 39,0 тис. м²/га листкової поверхні, при цьому рослини гібрида Довіста утворювали площу листкової поверхні на рівні 35,2-43,6 тис. м²/га, а в гібрида Гулівер відповідно 34,6-41,6 тис. м²/га.

В дану фазу формування площі листкової поверхні закономірностей відповідно обробки рослин препаратом Вимпел 2 не спостерігали. Відбулось вирівнювання посівів, хоча більш раннє формування площі листкової поверхні позитивно вплинуло на накопичення сухої речовини рослинами сорго.

Важливим параметром, що дозволяє в повній мірі охарактеризувати особливості росту та розвитку рослин сорго цукрового є встановлення вмісту сухої речовини в надземній частині рослин відповідно до основних фенологічних фаз. Показники вмісту сухої речовини в рослинах сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, норми висіву та обробки регулятором росту, отримані за результатами проведених досліджень, наведено в таблиці 3.7.

Характерною біологічною особливістю сорго цукрового є повільний ріст на початку вегетації, коли рослини активно формують кореневу систему. Тільки після утворення потужної кореневої системи рослини більш інтенсивно накопичують вегетативну масу.

Так, в фазу трьох листів в рослин сорго цукрового в середньому по досліді формувалось близько 70,2 г/м² сухої речовини.

Таблиця 3.7

Динаміка накопичення сухої речовини в рослинах сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту, г/м²(середнє 2016-2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор Б)	Густина, тис. шт./га (фактор В)	Обробка регулятором росту (фактор Г)	Фаза росту					
				три листки	кущання	вихід в трубку	викиданн я волоті	молочна стиглість	повна стиглість
Довіста	45	150	Контроль	41,4	82,2	246,4	416,8	576,8	827,2
			Вимпел 2	48,8	96,4	286,6	473,5	670,5	952,6
		200	Контроль	67,2	138,8	418,4	691,9	953,2	1385,7
			Вимпел 2	82,4	164,1	491,7	815,8	1148,1	1642,6
		250	Контроль	107,8	211,1	640,7	1068,9	1506,4	2134,6
			Вимпел 2	127,8	264,8	769,7	1306,3	1810,6	2561,4
	70	150	Контроль	36,3	72,1	211,9	353,6	494,3	704,2
			Вимпел 2	40,1	80,8	244,5	409,3	569,2	821,1
		200	Контроль	63,1	127,5	377,4	632,9	883,1	1259,6
			Вимпел 2	74,4	152,1	452,2	752,0	1064,6	1498,1
		250	Контроль	92,7	176,8	544,7	909,3	1272,4	1803,7
			Вимпел 2	107,6	216,6	645,4	1075,0	1496,5	2150,2
Гулівер	45	150	Контроль	36,6	68,6	217,1	362,3	499,0	720,2
			Вимпел 2	42,8	90,3	268,8	441,9	621,7	886,1
		200	Контроль	66,4	130,5	400,7	667,7	928,4	1329,5
			Вимпел 2	78,8	157,6	468,0	774,8	1074,5	1556,8
		250	Контроль	89,6	177,3	524,7	875,8	1231,2	1750,1
			Вимпел 2	107,5	216,1	641,8	1061,3	1507,2	2136,6
	70	150	Контроль	32,1	63,7	193,1	328,4	457,8	648,4

		Вимпел 2	39,2	78,5	233,5	386,4	544,9	777,5
	200	Контроль	58,0	116,9	350,2	582,6	816,1	1165,5
		Вимпел 2	69,8	144,0	419,9	695,3	971,8	1387,9
	250	Контроль	79,1	166,9	488,5	813,7	1154,5	1629,4
		Вимпел 2	94,8	191,1	574,7	991,9	1352,2	1924,7
HP _{0,05}			1,4	2,3	8,7	12,5	16,7	20,3

За збільшення густоти стояння рослин сорго з 150 до 250 тис. шт./га зростала й кількість сухої речовини накопиченої посівами. Так, за густоти рослин 150 тис. шт./га утворювалось 32,1-41,4 г/м², а за густоти 250 тис. шт./га відповідно 79,1-107,8 г/м² сухої речовини.

Застосування обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 позитивно впливало на початковий ріст та розвиток рослин сорго цукрового. Так, в фазу трьох листків культури за вирощування рослин з шириною міжрядь 45 см та густоти стояння рослин 200-250 тис. шт./га порівняно з контрольними варіантами в гібрида Довіста збір сухої речовини зріс на 15,3 та 20,0г/м², а в гібрида Гулівер відповідно на 12,4-17,9 г/м².

В наступну фазу кушення рослини сорго цукрового в середньому по досліді накопичували близько 141,0 г/м² сухої речовини. Відповідно мінімальні параметри були на контрольних варіантах досліді за висівання рослин сорго цукрового з шириною міжрядь 70 см та густоти стояння рослин 150 тис. шт./га. За таких умов в гібрида Довіста було сформовано сухої речовини 72,1г/м², а в гібрида Гулівер – 63,7 г/м².

За аналогією з попереднім строком обліку використання обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 з подальшим позакореневим підживленням в фазу кушення рослин позитивно впливало на ріст та розвиток сорго цукрового. Так, в фазу кушення культури за вирощування рослин з шириною міжрядь 45 см та густоти стояння рослин 250 тис. шт./га порівняно з контрольними варіантами в гібрида Довіста збір сухої речовини зріс на 53,7 г/м², а в гібрида Гулівер відповідно на 38,8 г/м².

Фаза виходу в трубку відзначається активізацією росту та розвитку рослин сорго цукрового. Та як наслідок – зростанням накопичення сухої

речовини. Так, в середньому по досліді сформовано 421,3 г/м² сухої речовини. Контрольні варіанти з мінімальними нормами висіву відзначались менш активним накопиченням сухої речовини, так як уже відмічалось вони більш за все страждали від повторного забур'янення посівів. Бур'яни що формувались накопичували вегетативну масу та формували потужні площі листкового апарату що дозволяло ефективно боротись з сорго за сонячне світло.

Однак, не зважаючи на це використання стимулятора росту Вимпел 2 позитивно впливало на ріст та розвиток сорго цукрового. Так, в фазу виходу в трубку за вирощування рослин з шириною міжрядь 45 см та густоти рослин 250 тис. шт./га порівняно з контрольними варіантами в гібрида Довіста збір сухої речовини зріс на 128,9 г/м², а в гібрида Гулівер відповідно на 117,1 г/м².

З фізіологічної точки зору сорго цукрове цікаве тим, що до фази викидання волоті в рослинах накопичується до 50 % від загальної кількості сухої речовини, синтезованої ними впродовж вегетаційного періоду. А тому ця фенофаза показує основні тенденції накопичення та розподілу сухої речовини.

Так, встановлено, що максимальні значення сухої речовини накопичувались за застосування стимулятора росту рослин Вимпел 2 та за вирощування рослин з шириною міжрядь 45 см та густоти рослин 250 тис. шт./га в гібрида Довіста – 1306,3 г/м², а в гібрида Гулівер відповідно на 1061,3 г/м². За висівання насіння з більшою шириною міжрядь, за рахунок конкурентної боротьби з бур'янами в гібрида Довіста було сформовано сухої речовини 1075,0 г/м², а в гібрида Гулівер відповідно на 813,7 г/м².

В наступну фазу молочної стиглості рослини сорго цукрового в середньому по досліді накопичували близько 703,6 г/м² сухої речовини. А максимальні значення були відмічені за застосування стимулятора росту рослин Вимпел 2 та за вирощування рослин з шириною міжрядь 45 см та нормою висіву 250 тис. шт./га в гібрида Довіста – 1810,6 г/м², а в гібрида Гулівер відповідно на 1507,2 г/м².

За аналогією з попереднім періодом в фазу повної стиглості рослин сорго цукрового збереглися основні закономірності накопичення сухої речовини

рослинами. Максимальні її значення були отримані за використання стимулятора росту рослин Вимпел 2 та ширини міжрядь 45 см та густоти рослин 250 тис. шт./га в обох досліджуваних нами гібридів.

Загалом, з агротехнічної точки зору, елементи технології, такі як густоти рослин 250 тис. шт./га та ширина міжрядь 45 см, виявились кращими для накопичення максимальної кількості сухої речовини в досліді. Хоча, за обробки препаратом Вимпел 2 параметри збору сухої речовини з одиниці площі за вирощування рослини за густоти рослин 250 тис. шт./га та ширина міжрядь 70 см були близькими до контрольних варіантів з шириною міжрядь 45 см. Таким чином, за правильного підбору елементів технології вирощування та ефективної боротьби з бур'янами ці дві ширини міжрядь можуть бути однаково продуктивними та забезпечувати високий рівень реалізації біологічного потенціалу гібридів сорго цукрового.

Фотосинтетична активність рослини сорго цукрового передусім забезпечує нормальний ріст та розвиток та є базисом формування високого врожаю. В процесі фотосинтезу відбувається засвоєння із повітря вуглекислоти, та завдяки енергії сонячного світла перетворювання її в хімічну енергію органічних речовин [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Відомо, що головною сполукою фотосинтетичного апарату рослин є хлорофіл. А тому вміст хлорофілу в листках є важливим фізіологічним параметром, що характеризує потенційну можливість фотосинтетичного апарату синтезувати органічні сполуки. Зазвичай, залежно від фази розвитку культури, реакції рослин на дію різних факторів вміст хлорофілу в листках різний, а тому він по-різному й формує біологічну продуктивність рослини [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Цукрове сорго належить до рослин C_4 -типу фіксації CO_2 тому має високі показники інтенсивності фотосинтезу і вирізняється високою продуктивністю. Також культури даного типу фотосинтезу легше долають дефіцит вологи, надмірні температури повітря та надмірну інтенсивність сонячного освітлення. Однак, для формування одиниці сухої речовини вони

вимушені витратити вдвічі більше синтезованої енергії, ніж культури C₃-типу фотосинтезу [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Для визначення вмісту хлорофілу в листках сорго цукрового проби відбирали в фазу викидання волоті.

Показники вмісту хлорофілу в листках сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту висвітлені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8

Вміст хлорофілу в листках сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту, мг/кг сухої речовини (середнє 2016-2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор Б)	Густота, тис. шт./га (фактор В)	Обробка регулятором росту (фактор Г)	Вміст хлорофілу, мг/кг сухої речовини		
				a + b	a	b
Довіста	45	150	Контроль	8,6	6,2	2,4
			Вимпел 2	9,1	6,6	2,5
		200	Контроль	8,9	6,3	2,6
			Вимпел 2	9,3	6,7	2,6
		250	Контроль	9,0	6,3	2,7
			Вимпел 2	9,4	6,7	2,7
	70	150	Контроль	8,8	6,3	2,5
			Вимпел 2	9,2	6,6	2,6
		200	Контроль	9,1	6,4	2,7
			Вимпел 2	9,3	6,6	2,7
		250	Контроль	9,3	6,5	2,8
			Вимпел 2	9,6	6,7	2,9
Гулівер	45	150	Контроль	8,3	6,1	2,2
			Вимпел 2	9,2	6,7	2,5
		200	Контроль	8,7	6,2	2,5
			Вимпел 2	9,3	6,7	2,6
		250	Контроль	9,1	6,4	2,7
			Вимпел 2	9,5	6,8	2,7
	70	150	Контроль	8,7	6,2	2,5
			Вимпел 2	9,4	6,8	2,6
		200	Контроль	9,1	6,4	2,7
			Вимпел 2	9,7	6,9	2,8
		250	Контроль	9,3	6,4	2,9
			Вимпел 2	9,8	6,9	2,9
HP _{0,05}				0,4	0,2	0,1

Хлорофіл *a* – особлива форма хлорофілу, яка використовується для фотосинтезу та найбільш інтенсивно поглинає світло в фіолетово-блакитній і оранжево-червоній частині спектру. Цей пігмент життєво необхідний для фотосинтезу через свою здатність віддавати збуджені електрони в електрон-транспортний ланцюг [46].

Крім хлорофілу *a* в листках рослин присутній і хлорофіл *b*. Вміст хлорофілу *b* у вищих рослин становить близько 1/3 вмісту хлорофілу *a*. Він зазвичай зростає при адаптації рослин до нестачі освітлення через збільшення розміру світлової антени фотосистеми II. Одночасно темнова адаптація розширює діапазон довжин хвиль, що поглинаються хлоропластами, адаптованими до малої освітленості [216].

За результатами наших досліджень, для сорго цукрового вміст суми хлорофілів *a* і *b* в фазу викидання волоті в середньому становив: для гібрида Довіста – 9,0 без застосування регулятора росту та 9,3 мг/кг сухої речовини з застосуванням препарату Вимпел 2, в гібрида Гулівер – 8,9 і 9,5 мг/кг відповідно. Це можна пояснити тим, що за поліпшення умов живлення рослин підвищується життєдіяльність протопластів, ріст і розмір пластидоносних клітин, а також утворюються їх нові осередки, що зумовлює збільшення хлоропластів у клітині. Загалом прибавка вмісту хлорофілу становила 0,30 та 0,60% відповідно, що свідчить про позитивний вплив стимулятора росту на стан фотосинтетичної системи рослин.

Вирощування рослин сорго цукрового з різною шириною міжрядь достовірно не позначилось на зміні загального вмісту хлорофілів в листках рослин культури. Усі відхилення переважно носили тенденційний характер та перебували в межах похибки дослідів.

За збільшення густоти стояння рослин встановлено, що відбувалось підвищення хлорофілу *b* по варіантах дослідів. Загалом його вміст зростав за обробки препаратом Вимпел 2 в розрізі суми хлорофілів пропорційно збільшенню вмісту хлорофілу *a*. Однак, у контрольних варіантах гібрида Довіста за ширини міжрядь 45 см та зростання густоти рослин з 150 до 250 тис.

шт./га вміст в листках сорго хлорофілу *b* збільшився з 2,4 до 2,7 мг/кг сухої речовини, а за ширини міжрядь 70 см відповідно з 2,5 до 2,8мг/кг сухої речовини. Аналогічно і у гібрида Гулівер, за ширини міжрядь 45 см та збільшення густоти рослин з 150 до 250 тис. шт./га вміст хлорофілу *b* зріс з 2,2 до 2,7 мг/кг сухої речовини, а за ширини міжрядь 70 см з 2,5 до 2,9мг/кг сухої речовинивідповідно.

Таким чином, додаткове затінення нижніх ярусів листків, викликане збільшенням густоти рослин та їх загущенням за рахунок вибору прямокутних площ живлення (70 см) навзамін квадратним схемам живлення (45 см), призводить до зростання в загальному вмісті хлорофілів саме тіньових хлорофілів *b*. З одного боку це свідчить про не оптимальність освітлення фотосинтетичного апарату сорго цукрового, а з іншого – показує наскільки ефективно рослини здатні перебудовувати свою фотосистему для отримання максимальної ефективності фотосинтезу з енергії сонця, що потрапляє до їх листків за таких обставин.

Однак, наявність в листках рослин достатньої кількості фотосинтезуючих комплексів лише створює передумови для виникнення процесів накопичення рослинами сухої речовини. Продуктивність фотосинтезу передусім визначається двома інтегральними показниками – площею асимілюючої поверхні та інтенсивністю фотосинтетичних процесів вираженою з розрахунку на одиницю листової поверхні [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Важливою умовою для формування високого рівня продуктивності рослин сорго цукрового є тривалість функціонування площі листової поверхні, що можна сформулювати в показнику фотосинтетичного потенціалу (ФП). Так, ФП дозволяє оцінити сумарну характеристику фотосинтетичної діяльності рослин за період вегетації та може змінюватись в широких межах, залежно від ґрунтово-кліматичної зони та умов вирощування [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Показники розрахунків фотосинтетичного потенціалу сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту наведено в таблиці 3.9.

За результатами проведених розрахунків встановлено, що фотосинтетичний потенціал сорго цукрового в міжфазний період три листки – кушення визначався біологічними особливостями досліджуваних гібридів. Основний вплив чинила різна скоростиглість, тобто – різна тривалість даного міжфазного періоду. Так, в гібрида Довіста ФП становив 0,10-0,11 тис.м²/га, а в гібрида Гулівер – 0,07-0,08 тис.м²/га. Зміни за застосування стимулятора Вимпел 2 в основному мали тенденційний характер.

В міжфазний період кушення – вихід в трубку фотосинтетичний потенціал посівів сорго в середньому по досліді зріс до рівня 0,74 тис.м²/га, в гібрида Довіста ФП становив 0,79 тис.м²/га, а в гібрида Гулівер – 0,69 тис.м²/га.

Таблиця 3.9

Фотосинтетичний потенціал сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту, тис.м²/га
(середнє 2016-2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор Б)	Густина, тис. шт./га (фактор В)	Обробка регулятором росту (фактор Г)	Фаза росту				
				три листки - кушення	кушення - вихід в трубку	вихід в трубку - викидання вологі	викидання вологі - молочна стиглість	молочна стиглість - воскова стиглість
Довіста	45	150	Контроль	0,10	0,25	0,77	1,39	1,07
			Вимпел 2	0,10	0,24	0,77	1,50	1,20
		200	Контроль	0,10	0,26	0,78	1,36	1,01
			Вимпел 2	0,10	0,25	0,76	1,42	1,14
		250	Контроль	0,10	0,26	0,79	1,40	1,10
			Вимпел 2	0,10	0,26	0,78	1,44	1,14
	70	150	Контроль	0,10	0,25	0,78	1,40	1,09
			Вимпел 2	0,10	0,25	0,73	1,39	1,08
		200	Контроль	0,10	0,27	0,84	1,56	1,22
			Вимпел 2	0,11	0,26	0,82	1,54	1,19

Гулівер	250	Контроль	0,10	0,26	0,81	1,41	1,06	
		Вимпел 2	0,11	0,27	0,81	1,53	1,22	
	45	150	Контроль	0,08	0,23	0,70	1,36	0,59
			Вимпел 2	0,07	0,22	0,65	1,38	0,61
		200	Контроль	0,08	0,24	0,73	1,34	0,56
			Вимпел 2	0,08	0,24	0,67	1,47	0,64
	250	Контроль	0,08	0,24	0,73	1,39	0,61	
		Вимпел 2	0,07	0,23	0,67	1,35	0,58	
	70	150	Контроль	0,08	0,23	0,70	1,32	0,54
			Вимпел 2	0,07	0,22	0,64	1,29	0,56
		200	Контроль	0,08	0,24	0,74	1,36	0,57
			Вимпел 2	0,08	0,24	0,68	1,37	0,58
		250	Контроль	0,08	0,24	0,73	1,36	0,56
			Вимпел 2	0,08	0,24	0,68	1,35	0,57

Максимальні параметри ФП сорго цукрового формувались з міжряддями 45 та 70 см за густоти стояння рослин 200-250 тис. шт./га.

У період викидання волоті – молочна стиглість фотосинтетичний потенціал посівів сорго був максимальним порівняно з іншими міжфазними періодами. Так, в середньому по досліді даний показник становив 1,40 тис.м²/га, в гібрида Довіста ФП – 1,45 тис.м²/га, а в гібрида Гулівер – 1,36 тис.м²/га відповідно.

Максимальні параметри ФП виявлені за вирощування гібрида Довіста з шириною міжрядь 70 см та густотою рослин 200 тис. шт./га – 1,54-1,56 тис.м²/га. Слід зазначити, що у гібрида сорго цукрового Гулівер виявлено максимальні показники ФП у варіанті з шириною міжрядь 45 см та нормою висіву 200 тис. шт./га за застосування стимулятора росту рослин Вимпел 2 – 1,47 тис.м²/га.

В міжфазний період молочна стиглість – восковастиглість ФП в гібрида Довіста досягав рівня 1,13 тис.м²/га, а в гібрида Гулівер – 0,58 тис.м²/га, що пов'язано з скоростиглістю останнього.

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) розраховується як приріст сухої маси рослин у грамах за певний час, віднесений до одиниці листової поверхні. Показники чистої продуктивності фотосинтезу в природних умовах звичайно коливаються від 0,1 до 20 г і більше сухої речовини на 1 м² площі

листів у добу: у злаків у фазі інтенсивного ростубуває й 40-50, в основних сільськогосподарських культур при сприятливих умовах 4-10 г/(м²*доба) [194]. Розрахунки ЧПФ сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту подано в таблиці 3.9.

Встановлено, що в міжфазний період три листки – кущення рослини сорго цукрового доволі ефективно використовували наявний фотосинтетичний апарат. Так, в середньому по досліді отримано 7,93г/м² за добу сухої речовини, а от гібрид Довіста формував 7,25г/м² за добу а Гулівер – 8,61г/м² за добу.

Таблиця 3.9

Чиста продуктивність фотосинтезу сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту, г/м² за добу (середнє 2016-2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор Б)	Густота, тис. шт./га (фактор В)	Обробка регулятором росту (фактор Г)	Фаза росту				
				три листки - кущення	кущення - вихід в трубку	вихід в трубку - викидання вологі	викидання вологі - молочна стиглість	молочна стиглість - воскова стиглість
Довіста	45	150	Контроль	4,1	6,6	2,2	1,1	2,3
			Вимпел 2	4,9	7,9	2,4	1,3	2,4
		200	Контроль	7,0	10,9	3,5	1,9	4,3
			Вимпел 2	8,0	12,9	4,3	2,3	4,4
		250	Контроль	10,1	16,5	5,4	3,1	5,7
			Вимпел 2	13,2	19,3	6,9	3,5	6,6
	70	150	Контроль	3,6	5,6	1,8	1,0	1,9
			Вимпел 2	4,1	6,7	2,3	1,2	2,3
		200	Контроль	6,2	9,3	3,0	1,6	3,1
			Вимпел 2	7,4	11,3	3,7	2,0	3,6
		250	Контроль	8,1	13,9	4,5	2,6	5,0
			Вимпел 2	10,3	16,0	5,3	2,8	5,4
Гулівер	45	150	Контроль	4,2	6,5	2,1	1,0	3,7
			Вимпел 2	6,6	8,0	2,7	1,3	4,3
		200	Контроль	7,9	11,3	3,7	1,9	7,2

	70	250	Вимпел 2	10,4	13,2	4,6	2,0	7,5
			Контроль	10,9	14,4	4,8	2,6	8,5
		150	Вимпел 2	14,5	18,3	6,2	3,3	10,9
			Контроль	4,0	5,6	1,9	1,0	3,5
		200	Вимпел 2	5,5	6,9	2,4	1,2	4,2
			Контроль	7,1	9,6	3,1	1,7	6,1
	250	Вимпел 2	9,5	11,7	4,1	2,0	7,2	
		Контроль	10,4	13,3	4,4	2,5	8,5	
			Вимпел 2	12,3	15,7	6,1	2,7	10,0

Максимальні параметри накопичення сухої речовини спостерігались за густоти рослин 250 тис. шт./га та ширини міжрядь 45 см і обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2. За таких умов рослини гібрида Довіста формували 13,2 г/м² за добу, а гібрид Гулівер – 14,5 г/м² за добу сухої речовини.

Активне накопичення сухої речовини рослинами сорго цукрового спостерігалось і в наступний міжфазний період кущення – вихідв трубку. Так, в середньому по досліді отримано 11,31 г/м² за добу, а гібрид Довіста формував 11,41 г/м² за добу а Гулівер – 11,21г/м² за добу сухої речовини.

За аналогією з вище згаданим міжфазним періодом максимальні показники накопичення сухої речовини одиницею площі листкової поверхні були відзначені за густоти рослин 250 тис. шт./га та ширини міжрядь 45 см і обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2. За таких умов рослини гібрида Довіста формували 19,3 г/м² за добу а Гулівер – 18,3 г/м² за добу сухої речовини.

Перші етапи росту та розвитку сорго цукрового важливі в плані особливостей накопичення ними сухої речовини. Так, візуально рослини мають незначні параметри площі листкової поверхні та лінійні прирости, але з точки зору ефективності фотосинтезу – цей проміжок часу є найбільш відповідальним для формування в подальшому високого рівня продуктивності посівів сорго цукрового. За рахунок відсутності бур'янів у полі та що більшість листків фотосинтетичного апарату рослин отримують оптимальну кількість фотосинтетично активної енергії і забезпечується наступний швидкий ріст та розвиток культури на подальших етапах.

У наступний етап – вихід в трубку – викидання волоті умови агрофітоценозу змінились таким чином, що ефективність накопичення сухої речовини фотосинтетичним апаратом сорго в середньому по досліді знизилась до рівня 3,81 г/м² за добу, гібрид Довіста формувал 3,78 г/м² за добу, а Гулівер – 3,84 г/м² за добу сухої речовини. Аналогічно з попереднім міжфазним періодам варіанти вирощування сорго за густоти рослин 250 тис. шт./га та ширини міжрядь 45 см і обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 були самими ефективними по накопиченню сухої речовини. Слід зауважити, що аналогічні варіанти з шириною міжрядь 70 см були на другому місці по інтенсивності накопичення сухої речовини одиницею площі листової поверхні сорго цукрового.

В міжфазний період викидання волоті – молочна стиглість в рослин сорго в середньому по досліді формувалось 1,99 г/м² за добу, гібрид Довіста формувал 2,04 г/м² за добу, а Гулівер – 1,94 г/м² за добу сухої речовини.

Міжфазний період молочна стиглість – воскова стиглість можна охарактеризувати як такий, в якому інтенсивно формувалось насіння та накопичувались цукри в соці стебел, тому в середньому по досліді показник ЧФП зріс до 5,36 г/м² за добу, в гібрида Довіста 3,92 г/м² за добу, а в Гулівера – 6,80 г/м² за добу сухої речовини. Максимальні показники накопичення сухої речовини одиницею площі листової поверхні виявлені за густоти рослин 250 тис. шт./га та ширини міжрядь 45 см і обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2. За таких умов рослини гібрида Довіста формували 6,6 г/м² за добу, а Гулівер – 10,9 г/м² за добу сухої речовини.

У складі сонячного спектру можна виділити дві основні енергетичні складові – видимий та інфрачервоний діапазон. Видимий діапазон є важливим для проходження процесу фотосинтезу – процес перетворення енергії світла на енергію хімічних зв'язків органічних речовин фототрофними організмами за участі фотосинтетичних пігментів. Проте, лише близько половини енергії видимого діапазону є фотосинтетично активною. Окрім того, культурні рослини практично не поглинають блакитні, зелені та жовті хвилі [149].

Збільшення площі листової поверхні посівів призводить до підвищення коефіцієнту корисної дії (ККД) фотосинтетично активної радіації (ФАР). Оптимальна узгодженість процесів росту з успішною адаптацією фотосинтетичного апарату посівів до особливостей радіаційного режиму призводить до високих значень ККД ФАР – 5-6% в середньому за вегетацію [147].

Показники визначення коефіцієнту корисної дії (ККД) фотосинтетично активної радіації (ФАР) рослин сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, норми висіву та обробки регулятором росту подано в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10

ККД ФАР рослин сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту, % (середнє 2016-2018 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор Б)	Густота, тис. шт./га (фактор В)	Обробка регулятором росту (фактор Г)	Фаза росту					
			три листки	кущання	вихід в трубку	викидання волоті	молочна стиглість	повна стиглість
45	150	Контроль	0,9	0,4	1,6	1,1	1,0	2,8
		Вимпел 2	1,4	0,5	2,0	1,3	1,2	3,1
	200	Контроль	1,4	0,6	2,8	1,8	1,6	4,9
		Вимпел 2	2,3	0,8	3,4	2,3	2,1	5,4
	250	Контроль	2,3	0,9	4,2	2,8	2,7	7,1
		Вимпел 2	3,5	1,3	5,2	3,7	3,1	8,3
70	150	Контроль	0,8	0,3	1,4	0,9	0,9	2,4
		Вимпел 2	1,1	0,4	1,7	1,1	1,0	2,8
	200	Контроль	1,4	0,6	2,5	1,7	1,5	4,3
		Вимпел 2	2,1	0,7	3,1	2,1	1,9	4,8
	250	Контроль	2,0	0,8	3,6	2,4	2,2	6,0
		Вимпел 2	3,0	1,0	4,4	3,0	2,6	7,2
45	150	Контроль	1,0	0,4	1,5	1,0	0,8	4,1
		Вимпел 2	1,7	0,6	2,0	1,4	1,1	4,4
	200	Контроль	1,8	0,7	2,8	1,9	1,6	7,5
		Вимпел 2	3,1	1,0	3,4	2,4	1,8	8,1
	250	Контроль	2,5	1,0	3,6	2,4	2,2	9,7
		Вимпел 2	4,2	1,4	4,7	3,3	2,7	10,5
70	150	Контроль	0,9	0,4	1,3	0,9	0,8	3,6
		Вимпел 2	1,5	0,5	1,7	1,2	0,9	3,9

200	Контроль	1,6	0,7	2,4	1,6	1,4	6,5
	Вимпел 2	2,7	1,0	3,0	2,2	1,7	7,0
250	Контроль	2,2	1,0	3,3	2,3	2,1	8,9
	Вимпел 2	3,7	1,3	4,2	3,3	2,2	9,6

За даними Шатілова І.С. і Замараєва А.Г., в польових умовах посіви використовують найчастіше 1-3% ФАР, однак на окремих етапах росту і розвитку рослин ККД ФАР може досягати 4-6%. На думку Ничипоровича А.А. (1982), ці значення при оптимізації умов вирощування можна підвищити до 7-8 і навіть 10% (10-15 т/га зернових), що майже в 2 рази нижче теоретично можливої межі ККД ФАР (22%)**[Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.]**.

В фазу трьох листків в рослин сорго цукрового ККД ФАР в середньому по досліді був 2,04%, в гібрида Довіста – 1,85% та в гібрида Гулівер 2,24% відповідно.

Мінімальні показники використання ФАР встановлені у варіантах вирощування рослин сорго цукрового з густотою рослин 150 тис. шт./га, в гібрида Довіста – 0,8-0,9%, в гібрида Гулівер – 0,9-1,0%.

За вирощування рослин сорго цукрового обох досліджуваних гібридів з густотою рослин 200-250 тис. шт./га та обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 отримані максимальні значення ККД ФАР. Так, за ширини міжрядь 45 см в гібрида Довіста ця величина була на рівні 3,5%, а в гібрида Гулівер – 4,2%.

На ранніх етапах росту та розвитку рослин сорго цукрового значні коефіцієнти корисної дії фотосинтетично активної радіації та переважання високих норм висіву над мінімальними досягались за рахунок збільшення густоти рослин на одиницю площі поля. Саме зростання кількості рослин призводить до суттєвого збільшення обсягів ККД ФАР, хоча застосування препарату Вимпел 2 навіть на цьому фоні виявилось доволі ефективним.

В фазу кущення відбулось вирівнювання ростових процесів рослин та адаптація їх до різної густоти посівів, а тому в середньому по досліді ККД ФАР був на рівні 0,76%, в гібрида Довіста – 0,69% та в гібрида Гулівер 0,84%

відповідно. Застосування стимулятора росту Вимпел 2 позитивно відзначалось на засвоєнні рослинами сонячної енергії, а тому між контролем та цими варіантами збереглись суттєві відмінності. Варіанти різної густоти рослин приблизно вирівнялись по рівню ККД ФАР, за виключенням звичайно мінімальних норм висіву.

В фазу виходу в трубку суттєво активізувались процеси росту та розвитку рослин сорго цукрового, а тому й значно зросло засвоєння рослинами сонячної енергії. Так, в середньому по досліді ККД ФАР був на рівні 2,91%, в гібрида Довіста – 2,99% та в гібрида Гулівер 2,84% відповідно.

Максимальні значення КПД ФАР встановлені за вирощування рослин сорго цукрового з густотою стояння 250 тис. шт./га та застосування стимулятора росту Вимпел 2 та ширини міжрядь 45 см, в гібрида Довіста – 5,2%, а в гібрида Гулівер – 4,7%.

В фазу викидання волоті в рослин сорго цукрового в середньому по досліді ККД ФАР становив 2,00%, в гібрида Довіста – 2,01% та в гібрида Гулівер 1,99% відповідно.

Викладені вище основні закономірності засвоєння рослинами сорго цукрового сонячної енергії були притаманними і для даних етапів росту та розвитку. В фазу викидання волоті та молочної стиглості максимальні значення КПД ФАР були отримані за вирощування рослин сорго цукрового за густоти рослин 250 тис. шт./га і застосування стимулятора росту Вимпел 2 та ширини міжрядь 45 см.

В фазу повної стиглості ККД ФАР в середньому по досліді зріс до рівня 5,95%, в гібрида Довіста – 4,92%, тоді як в гібрида Гулівер – 6,97%. Всупереч тому, що надходження ФАР в вересні різко зменшуються, змінюється і спектральний склад світла. Так, в фотосинтетично активній радіації починає переважати інфрачервоний діапазон хвиль.

Інфрачервонийдіапазон сонячного спектру є надзвичайно важливим джерелом енергії у біосфері, оскільки саме він визначає температурні умови нижніх шарів атмосфери, поверхні Землі та прогрів води. Вважається, що в

кінці вегетаційного періоду росту та розвитку рослин – в вересні місяці в атмосфері переважають інфрачервоні промені, що підвищують рівень ефективності фотосинтезу [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Загалом, фізіологічне досягання пізньостиглих сортів та гібридів сорго цукрового в останні місяці вегетаційного періоду відбувається завдяки активізації надходження енергії інфрачервоного спектру, хоча загальна інтенсивність сонячних променів в серпні складає 27,2кДж/см², а в вересні всього 19,3 кДж/см².

Висновки з розділу 3:

Встановлено, що тривалість вегетаційного періоду від сходів до викидання волоті в гібрида Довіста була 72 доби а в гібрида Гулівер – 62 доби. Використання обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/т) та його позакореневого застосування в фазу кущення (0,5 л/га) сприяло скороченню тривалості вегетативного періоду в гібрида Довіста з 75 діб до 69 діб, а в гібрида Гулівер з 66 до 59 діб.

Досліджено, що загальна тривалість вегетаційного періоду в гібрида Довіста була на рівні 133 доби (середньопізній), а в гібрида Гулівер – 110 діб відповідно (середньоранній). За застосування стимулятора росту Вимпел 2 ріст та розвиток рослин гібрида Довіста пришвидшувався на 7 діб, а рослин гібрида Гулівер на 9 діб відповідно.

Визначено, що вплив досліджуваних елементів технології на виживання рослин впродовж вегетації та густоту посівів на час збирання впливали комплексно. Так, зі збільшенням густоти стояння рослин створювались кращі умови для їх виживання за застосування обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/т) та другого позакореневого внесення в фазу кущення (0,5 л/га). За аналогією з вище згаданими густотами рослин досліджуваних гібридів, використання збільшених норм висіву 230–270 тис. схожих насінин (15 кг/га) сприяло формуванню більшої густоти рослин у варіантах внесення

препарату Вимпел 2 на 12,2 та 15,8 тис. шт./га за ширини міжрядь 45 см та відповідно 18,2 та 14,8 тис. шт./га на міжряддях 70 см.

Встановлено, що на формування повторного забур'янення сорго цукрового найбільш вплив чинить застосування стимулятора росту рослин Вимпел 2 в сумі дії факторів – за ширини міжрядь 45 см та густоти стояння рослин сорго цукрового 250 тис. шт./га. Так, в посівах гібрида Довіста виявлено 10,2 шт./м² рослин бур'янів, які формували вегетативну масу 73,0 г/м² та суху – 25,0 г/м², а в гібрида Гулівер – 10,5 шт./м² рослин бур'янів, які формували вегетативну масу 101,0 г/м² та суху – 32,8 г/м².

Доведено, що в фазу викидання волоті в середньому по досліді формувалось 36,8 тис. м²/га листової поверхні, рослини гібрида Довіста утворювали на рівні 34,9-40,8 тис м²/га, гібрида Гулівер відповідно 34,7-38,0 тис м²/га листової поверхні. Максимальна площа листової поверхні в досліді досягала в фазу молочної стиглості зерна сорго. Так, в середньому по досліді утворювалось 45,8 тис м²/га листової поверхні, рослини гібрида Довіста утворювали на рівні 42,2-50,6 тис м²/га, гібрида Гулівер відповідно 43,2-51,6 тис м²/га. В цю фазу за застосування стимулятора росту Вимпел 2 максимальні показники площі листової поверхні в досліді формувались в гібрида Довіста за вирощування з шириною міжрядь 70 см та густотою рослин 200 тис. шт./га – 40,8 тис м²/га, в гібрида Гулівер відповідно 38,0 тис м²/га.

Встановлено, що сорго цукрове до фази викидання волоті накопичує сухої речовини в рослинах до 50%, від загальної кількості синтезованої впродовж вегетаційного періоду. Максимальні значення сухої речовини в дану фазу утворювались за застосування стимулятора росту рослин Вимпел 2 і за вирощування рослин з шириною міжрядь 45 см та густотою рослин 250 тис. шт./га в гібрида Довіста – 1306,3 г/м², а в гібрида Гулівер відповідно 1061,3 г/м². За збільшення густоти стояння рослин з 70 см шириною міжрядь, за рахунок конкурентної боротьби з бур'янами в гібрида Довіста було сформовано сухої речовини 1075,0 г/м², а в гібрида Гулівер відповідно на 813,7 г/м². У варіантах з мінімальною густотою рослини сорго не ефективно протистояли

повторному забур'яненню посівів, тому вони утворювали найменші в досліді показники збору сухої речовини.

Виявлено, що вміст суми хлорофілів *a* і *b* в фазу викидання волоті в середньому становив: у гібрида Довіста – 9,0 без застосування регулятора росту та 9,3 мг/кг сухої речовини з застосуванням препарату Вимпел 2, а в гібрида Гулівер – 8,9 і 9,5 мг/кг відповідно. Загалом прибавка вмісту хлорофілу становила 0,30 та 0,60% відповідно, що свідчить про позитивний вплив стимулятора росту на стан фотосинтетичної системи рослин.

Визначено, що в період викидання волоті – молочна стиглість фотосинтетичний потенціал посівів сорго був максимальним порівняно з іншими міжфазними періодами. Максимальні параметри ФП встановлені за вирощування гібрида Довіста з шириною міжрядь 70 см та густотою рослин 200 тис. шт./га – 1,54-1,56 тис.м²/га. Гібрид сорго цукрового Гулівер відзначився максимальними показники ФП у варіанті з шириною міжрядь 45 см та густотою рослин 200 тис. шт./га за застосування стимулятора росту рослин Вимпел 2 – 1,47 тис.м²/га.

Встановлено, що в міжфазний період молочна стиглість – воскова стиглість в середньому по досліді показник ЧФП становив 5,36 г/м² за добу, вгібрида Довіста 3,92 г/м² за добу, а в Гулівера – 6,80 г/м² за добу сухої речовини. Максимальні показники накопичення сухої речовини одиницею площі листової поверхні виявлені за густотою рослин 250 тис. шт./га та ширини міжрядь 45 см і обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2. За зазначених умов рослини гібрида Довіста формували 6,6 г/м² за добу, а гібрида Гулівер – 10,9 г/м² за добу сухої речовини.

Розраховано, що в фазу виходу в трубку суттєво активізувались процеси росту та розвитку рослин сорго цукрового, в результаті значно зросло засвоєння рослинами сонячної енергії. Так, в середньому по досліді ККД ФАР був на рівні 2,91%, в гібрида Довіста – 2,99% та в гібрида Гулівер 2,84% відповідно. Максимальні значення КПД ФАР виявлені за вирощування рослин сорго цукрового з густотою рослин 250 тис. шт./га та застосування стимулятора

росту Вимпел 2 та ширини міжрядь 45 см в гібрида Довіста – 5,2%, а в гібрида Гулівер – 4,7%.

За результатами досліджень опубліковано:

1. Сторожик Л. І., **Музика О. В.** Фотосинтетичний потенціал посівів сорго цукрового в умовах Центрального Лісостепу України. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України*. Київ, 2017. Вип. 25. С. 79–85.

2. **Музика О. В.** (2017). Формування структурних показників урожаю сорго цукрового залежно від елементів технології вирощування. *Новітні агротехнології*. № 5. URL: <http://jna.bio.gov.ua/>

РОЗДІЛ 4

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО ЦУКРОВОГО

Вирощування будь-яких сільськогосподарських культур має на меті отримати високий рівень продуктивності для забезпечення попиту на продовольство та сировину для перероблення. Відповідно в конкретному випадку вивчення особливостей росту та розвитку сорго цукрового продуктивність його є інтегрованим показником ефективності досліджуваних елементів технології вирощування та особливостей впливу ґрунтово-кліматичних умов на досліджувані гібриди [191].

На формування врожайності чинить вплив структура посівів сорго цукрового. Причому оптимальним розміщенням рослин в просторі вважається таке розташування, що забезпечує реалізацію рослинами максимальної біологічної та господарської продуктивності. Структура агрофітоценозу формується не тільки за рахунок певних морфологічних ознак досліджуваних гібридів, а й розташування рослин в просторі та особливостей їх адаптації до умов вирощування та відповідно пристосування структурних елементів [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Водночас високий рівень продуктивності рослин сорго можна забезпечити за рахунок не тільки оптимізації посівів стосовно ширини міжрядь та оптимального вибору кількості рослин на одиницю площі. Суттєвий вплив чинить правильний підбір сорту або гібрида відповідно до погодних умов зони вирощування та забезпечення рослинам оптимальних умов росту та розвитку за рахунок уникнення дефіциту факторів живлення в критичні періоди за потребою в волозі, сумі температур та елементах живлення в сорго цукрового [217].

Відповідно фізіологічно оптимальна кількість опадів та сума активних температур в періоди активного росту та розвитку сприяє формуванню оптимально розвинутих рослин та забезпеченню накопичення великої кількості вегетативної маси.

З агротехнічної точки зору корекція тривалості вегетаційного періоду загалом та проходження окремих фенофаз росту та розвитку рослин можлива за рахунок додаткового застосування регуляторів росту рослин. Правильний підбір регуляторів та вчасне їх застосування сприяють пришвидшенню або ж подовженню тривалості окремих етапів росту та розвитку. Відповідно за рахунок таких агротехнічних заходів можна уникнути стресу рослин від нестачі факторів життя в критичні етапи росту та розвитку [115; 158].

Правильний підбір гібридів сорго цукрового та елементів технології його вирощування дозволяє отримати високий рівень продуктивності та забезпечити ефективність та адаптивність технологій вирощування до сучасних умов змін клімату та особливостей аграрного виробництва.

4.1. Урожайність біомаси сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту

Урожайність біомаси рослин сорго цукрового визначається оптимальним співвідношенням індивідуальної продуктивності рослин і їх кількості на одиниці площі. У визначенні оптимальної площі живлення рослин сорго цукрового крім густоти стояння рослин велике значення мають біологічні особливості гібрида. Досліджувані нами гібриди належать до різних груп стиглості, тому порівнювати їх між собою не доцільно, а от взаємодія їх з ґрунтово-кліматичними умовами регіону та досліджуваними елементами технології вирощування відбувалась по-різному.

Так, відповідно до класифікації, гібрид Гулівер має середньоранній тип вегетаційного періоду з тривалістю 96-110 діб до воскової стиглості та 106-116діб до повної стиглості зерна, а в гібрида Довіста середньопізній вегетаційний період в 120-130 діб до воскової стиглості та 130-140 діб до повної стиглості зерна.

Відповідно, щорічні та середні показники урожайності біомаси гібридів

сорго цукрового, залежно від впливу таких агротехнічних факторів як ширина міжрядь, густина рослин у посівах та обробки регулятором росту наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Урожайність біомаси гібридів сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту, т/га

Гібрид (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор Б)	Густина, тис. шт./га (фактор В)	Обробка регулятором росту (фактор Г)	Рік			
				2016	2017	2018	середнє
Довіста	45	150	Контроль	52,5	40,8	70,1	54,5
			Вимпел 2	59,4	46,3	80,1	61,9
		200	Контроль	61,5	48,2	83,3	64,3
			Вимпел 2	70,9	57,2	95,8	74,6
		250	Контроль	77,6	62,5	108,6	82,9
			Вимпел 2	95,9	72,6	128,0	98,8
	70	150	Контроль	47,6	37,5	63,7	49,6
			Вимпел 2	54,4	43,5	72,7	56,9
		200	Контроль	56,9	44,7	76,5	59,4
			Вимпел 2	65,9	51,4	87,6	68,3
		250	Контроль	73,0	57,5	98,4	76,3
			Вимпел 2	84,8	69,5	115,2	89,8
Гулівер	45	150	Контроль	46,9	37,6	64,0	49,5
			Вимпел 2	54,0	42,9	73,5	56,8
		200	Контроль	58,0	46,3	78,9	61,1
			Вимпел 2	67,9	53,0	91,8	70,9
		250	Контроль	77,5	60,1	103,8	80,5
			Вимпел 2	89,0	68,6	122,9	93,5
	70	150	Контроль	45,4	34,8	60,7	47,0
			Вимпел 2	51,7	40,0	69,4	53,7
		200	Контроль	53,8	42,3	73,2	56,4
			Вимпел 2	62,7	48,6	84,3	65,2
		250	Контроль	69,7	55,6	94,7	73,3
			Вимпел 2	82,6	63,9	111,1	85,9
НІР _{0,05}				0,9	0,5	1,2	1,0

За різної ширини міжрядь та густоти рослин щодо врожайності, то гібрид Гулівер дещо поступається гібриду Довіста. Гібрид Довіста за врожайністю перевищує в середньому по досліді на 3,6 т/га гібрид Гулівер. Урожайність окремо взятих гібридів це кількісне вираження їх генетичних особливостей в

певних ґрунтово-кліматичних умовах. Гібрид Довіста володіє більшим потенціалом щодо підвищення продуктивності за рахунок більш тривалого вегетаційного періоду. За сприятливих умов вирощування, протягом вегетаційного періоду, рослини сорго цукрового були добре пристосованими до погодних умов зони Лісостепу правобережного, а відповідне розміщення по площі сприяло кращій діяльності їх асиміляційної поверхні (рис. 4.1).



**Рис. 4.1. Посів сорго цукрового гібрид Довіста,
(Білоцерківська ДСС, 2018р.).**

Аналіз показників формування досліджуваними гібридами біомаси в цілому по роках досліджень показує, що найменш продуктивним був 2017 рік. І цьому є закономірне пояснення, адже за вегетаційний період випало лише 251 мм опадів, за багаторічних значень в 379 мм. В поєднанні з нестачею опадів в

2016 році, що не дозволила відновитись запасам ґрунтової вологи на належному рівні та високими середньодобовими температурами повітря в 2017 році рівень продуктивності навіть доволі стійких до посушливих умов соргових культур знизився до 51,1т/га в середньому по досліді, а по гібридах 52,6 та 49,5т/га відповідно.

За вирощування сорго цукрового з шириною міжрядь 45 та 70см і густотою рослин 150тис. шт./га були отримані мінімальні показники урожайності біомаси в досліді – 47,0-69,1т/га. Цьому сприяло не тільки особливості формування оптичної структури посівів а й високий рівень повторного забур'янення за таких густот. Так, на ранніх етапах росту та розвитку (фаза кущення) коли рослини сорго цукрового ростуть повільно та не здатні формувати значну площу листкової поверхні мікроклімат поля порушується і відбувається значне випаровування доступної вологи з поверхні поля. В цей час бур'яни ще можна контролювати як міжрядними рихленнями, так і застосуванням гербіцидів. В фазу виходу в трубку рослини сорго досягають висоти 90-105см, а тому міжрядні рихлення та внесення гербіцидів за відсутності спеціальних оприскувачів для високорослих культур неможливе без пошкодження культурних рослин.

Окрім того, проблема кардинальної зміни структурних параметрів посівів сорго цукрового за зміни густоти рослин на одиницю площі пов'язана ще й з тим, що на відміну від скажімо зернового сорго рослини цукрового мають меншу куцистість. Так, загалом куцистість досліджуваних гібридів сорго цукрового була на рівні 1,2-1,8шт. стебел на рослину, тоді як гібриди зернового сорго формують в середньому 3-4шт. стебел на рослину. А отже, за меншої густоти посівів рослини цукрового сорго нездатні скомпенсувати втрати оптичної щільності іншими елементами структури аналогічно зерновому сорго або іншим злаковим культурам.

Відповідно, у оптично нещільних посівах сорго цукрового спостерігається повторне бур'янення та інтенсифікація росту високорослих видів, що оминули знищення в процесі проведення заходів захисту.

Формування навіть декількох рослин високорослих видів бур'янів на метр квадратний площі може суттєво скоротити надходження сонячної енергії до фотосинтетичного апарату культурних рослин сорго цукрового.

У варіантах обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневе застосування в фазу кущення (0,5л/га) було отримано прибавку в продуктивності рослин сорго. Так, за застосування препарату на гібриді Довіста різниця з контрольними варіантами без обробки на ширині міжрядь 45см та різних густот рослин була 7,4-15,9т/га, а за ширини міжрядь 70см– 7,3-13,5т/га відповідно.

За аналогією з вищеописаним гібридом реакція рослин гібрида сорго цукрового Гулівер на застосування препарату Вимпел 2 була повністю ідентична. Так, за обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневе застосування в фазу кущення (0,5л/га) за ширини міжрядь 45см та збільшення густоти рослин від 150 до 250 тис. шт./га отримали прибавку врожаю на рівні 7,3-13,0т/га, а аналогічні варіанти дослідів за ширини міжрядь 70см забезпечили збір вегетативної маси сорго цукрового на 6,7-12,6т/га вище контрольних варіантів.

Дисперсійний аналіз дозволяє в повній мірі оцінити не тільки достовірність отриманих відхилень, а й визначити частки впливу факторів на показники, що досліджувались. Власне частки факторів дозволяють визначити дієвість того чи іншого агрозаходу порівняно з іншими, що є важливо з точки зору розуміння сили впливу елементів дослідів. В нашому ж випадку частка впливу факторів на формування урожайності біомаси сорго цукрового визначена і подана на рисунку 4.2.

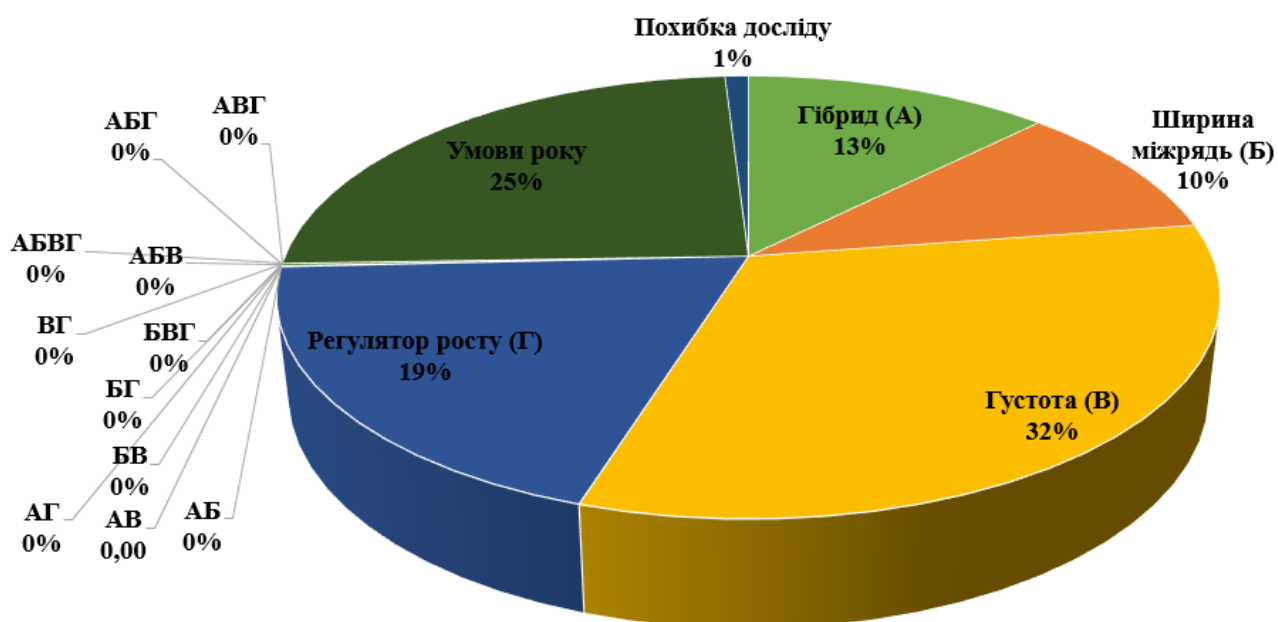


Рис. 4.2. Частка впливу факторів на формування урожайності біомаси сорго цукрового

Встановлено, що найбільш дієвим фактором формування продуктивності біомаси сорго є густота посівів (32%) що відповідає нашим даним щодо рівня куцнення та вторинної хвилі забур'янення посівів.

Регулятор росту доволі добре стимулює рослини та дозволяє оминати в процесі свого росту та розвитку нестачі факторів живлення в критичні періоди вегетації. Так, застосування обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневе застосування в фазу куцнення (0,5л/га) дозволяє забезпечити вплив на формування врожаю на рівні 19%.

Не зважаючи на те, що гібриди Довіста та Гулівер селекції однієї установи оригінатора їх відмінності в тривалості вегетаційного періоду (середньоранній та середньопізній) позначились і на формуванні рівня продуктивності посівів в межах 13%.

Вирощування досліджуваних гібридів за різної ширини міжрядь незначно вплинуло на формування рівня їх продуктивності – всього в межах 10%, що потрібно окремо висвітлити.

Оскільки роки, в які ми проводили польові дослідів були достатньо

контрастними, так в 2016 відбувалось часткове пригнічення рослин за рахунок значного перевищення середньодобових температур та нестачі опадів, а в 2017 – значне, а 2018 був близьким до оптимальних значень, то й частка впливу факторів умов вегетаційного періоду на урожайність біомаси відповідно становила 25%.

Аналіз даних урожайності показує подібність норми реакції досліджуваних гібридів за висівання з шириною міжрядь 70 та 45см потребує додаткового наукового обґрунтування. Відповідно, для цього проведено порівняльний аналіз, представлений в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Площа живлення рослин сорго залежно від густоти стояння рослин та ширини міжрядь

Ширина міжрядь, см	Довжина рядків на 1га, м	Густота рослин, тис. шт./га	Кількість насінин на 1 м.п.	Параметри площі живлення 1 рослини		
				ширина	відстань	площа ділянки, см ²
45	22222	150000	6,8	45	14,8	666,7
70	14286	150000	10,5	70	9,5	666,7
45	22222	200000	9,0	45	11,1	500,0
70	14286	200000	14,0	70	7,1	500,0
45	22222	250000	11,3	45	8,9	400,0
70	14286	250000	17,5	70	5,7	400,0

Результати аналізу даних таблиці показують, що площа живлення рослин цукрового сорго за аналогічних варіантів ширини міжрядь та густоти рослин є однаковою, тому рослини отримують ідентичну кількість елементів живлення, вологи та подібний доступ до фотосинтетично активної енергії.

Відмінності є лише в формі площі живлення, в першому випарку (45см) вона квадратна, а за ширини міжрядь 70 см – прямокутна. Однак, в цілому, нашими дослідженнями не помічено значних відмінностей в продуктивності рослин за рахунок оптимальної адаптивності їх архітектоніки, тому розглядаємо обидві площі як альтернативні одна одній.

4.2. Якість біомаси сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густотирослин та обробки регулятором росту

Якість біомаси сорго цукрового надзвичайно важливий показник, так як від нього залежить ефективність виробництва біопалива. Такі ознаки як кількість сухої речовини та цукристість сорго цукрового формуються в процесі росту та розвитку гібридів сорго та залежать не тільки від періоду росту і розвитку рослин, погодних умов, а й від елементів технології вирощування культури [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Придатність сорго цукрового для використання як біоенергетичної культури в першу чергу пов'язана зі здатністю культури акумулювати у стеблах велику кількість розчинних цукрів та накопичувати достатню кількість сухої речовини. Дана культура багатогранна в переробці на біопаливо, так як після отримання сиропу, стебла та листя використовується для виготовлення твердих видів палива. Таким чином, якість отримуваної сировини культури слід оцінювати як за показниками вмісту сухої речовини так і загального вмісту цукрів [137].

Однією з біологічних особливостей сорго цукрового є повільний ріст на початку вегетації, коли рослини активно формують кореневу систему. Тільки в фазу виходу в трубку (диференціація точки росту) рослини починають інтенсивно накопичувати вегетативну масу [62].

Відповідно до загальних уявлень щодо особливостей накопичення сухої речовини посіви з значним фотосинтетичним потенціалом забезпечують формування високої продуктивності культури. Однак, з точки зору фізіології соргових культур накопичення сухої речовини в сорго цукрового конкурує з утворенням цукрів в соці стебел. Крім того, в кінці вегетації прості цукри перетворюються в цукрозу, що потребує додаткових затрат енергії. Також важливим аспектом визначення вмісту сухих речовин в кінці вегетаційного періоду є те, що фізіологічно рослини сорго накопичують до початку цвітіння

близько 50% загальної кількості сухих речовин і після запліднення та утворення насіння вони інтенсивно наповнюють це насіння. Таким чином, в межах рослини відбувається перерозподіл запасних поживних речовин який неможливо визначити відповідно до методик обрахунку чистої продуктивності фотосинтезу [125; 130; 142].

Найбільш дієвим методом обчислення ефективності накопичення сухої речовини є визначення збору сухої речовини гібридів сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти та обробки регулятором росту на кінець вегетації (табл. 4.3).

Суша речовина формувалась досліджуваними гібридами сорго цукрового по роках аналогічно до особливостей накопичення вегетативної біомаси. Так, найменше сухої речовини було сформовано в 2017 році – в середньому по досліді 12,1т/га, а по гібридам: Довіста– 12,8т/га та Гулівер – 11,5т/га. Умови вегетації в 2016 році були сприятливішими, а тому в середньому рослини накопичили 13,5т/га сухої речовини та 14,2 і 12,8т/га відповідно до досліджуваних нами гібридів. Найбільш оптимальні умови росту та розвитку, що сприяли в тому числі і формуванню значних кількостей сухої речовини, були в 2018 році. Так, загалом по досліді формувалось в середньому 16,5т/га сухої речовини, а в середньому по гібридах: Довіста – 17,4т/га. Гулівер – 15,6т/га.

Щодо негативного впливу умов вирощування по роках досліджень та супутніх факторів детально викладено при аналізі накопичення рослинами сорго цукрового біомаси, тому немає потреби конкретизувати це для збору сухої речовини. Як показують праці інших вчених, особливості формування рослинами сорго вегетативної маси та накопичення сухої речовини тісно корельовані та на них ідентичний вплив мають умови року та досліджувані елементи технології вирощування [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

За вирощування сорго цукрового з шириною міжрядь 45 та 70см і з густотою стояння рослин 150тис. шт./га були отримані мінімальні показники

накопичення сухої речовини в досліді – 6,5-9,5т/га

Таблиця 4.3

Збір сухої речовини гібридів сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту, т/га

Гібрид (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор Б)	Густота, тис. шт./га (фактор В)	Обробка регулятором росту (фактор Г)	Рік			
				2016	2017	2018	середнє
Довіста	45	150	Контроль	8,0	7,5	9,3	8,3
			Вимпел 2	9,2	8,6	10,8	9,5
		200	Контроль	13,3	11,9	16,4	13,9
			Вимпел 2	15,7	14,3	19,3	16,4
		250	Контроль	20,1	18,0	25,9	21,3
			Вимпел 2	25,0	21,1	30,8	25,6
	70	150	Контроль	6,8	6,5	7,8	7,0
			Вимпел 2	7,9	7,6	9,1	8,2
		200	Контроль	12,1	10,9	14,8	12,6
			Вимпел 2	14,5	12,9	17,6	15,0
		250	Контроль	17,3	15,4	21,4	18,0
			Вимпел 2	20,4	18,8	25,4	21,5
Гулівер	45	150	Контроль	6,9	6,6	8,1	7,2
			Вимпел 2	8,5	8,0	10,1	8,9
		200	Контроль	12,7	11,5	15,7	13,3
			Вимпел 2	15,0	13,3	18,4	15,6
		250	Контроль	16,9	14,9	20,6	17,5
			Вимпел 2	20,5	17,8	25,8	21,4
	70	150	Контроль	6,3	5,9	7,2	6,5
			Вимпел 2	7,5	7,0	8,7	7,8
		200	Контроль	11,2	10,0	13,7	11,7
			Вимпел 2	13,4	11,9	16,4	13,9
		250	Контроль	15,6	14,1	19,2	16,3
			Вимпел 2	18,6	16,3	22,8	19,2
НІР _{0,05}				0,3	0,2	0,4	0,4

Щодо застосування стимулятора росту, то за аналогією з накопиченням вегетативної маси він впливав і на формування та накопичення сухої речовини. Так, у варіантах обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневе застосування в фазу кущення (0,5л/га) у гібриду Довіста різниця з контрольними варіантами без обробки на ширині міжрядь 45см зазначених

вище густот стояння рослин, становила 1,3-4,3т/га, а за ширини міжрядь 70см–1,2-3,5т/га відповідно.

Аналогічно в гібрида сорго цукрового Гулівер за обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневе застосування в фазу кущення (0,5л/га) за ширини міжрядь 45см та збільшення густоти рослин від 150 до 250 тис. шт./га отримали прибавку сухої речовини на рівні 1,7-3,9т/га, а аналогічні варіанти дослідів за ширини міжрядь 70см забезпечили збір сухої речовини сорго цукрового на 1,3-3,0т/га вище контрольних варіантів.

Отримані закономірності відхилень збору сухої речовини щодо різних варіантів дослідів перевищують показники найменшої істотної різниці дослідів ($HP_{0,05}$), а тому достовірні на 95% рівні ймовірності. Це означає що закономірності висвітлені в досліді можуть бути масштабовані на виробничі посіви з високим рівнем точності, за умови вирощування гібридів сорго цукрового за аналогічних ґрунтово-кліматичних умов.

Таким чином, результати досліджень свідчать, що збільшення густоти стояння рослин сорго цукрового супроводжується підвищенням урожайності зеленої та сухої маси. Крім того, додатковий вклад у формування цих ознак вносить застосування стимулятора росту рослин. Так, найвищу врожайність зеленої маси за густоти 250 тис. рослин на гектарі та обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневого застосування в фазу кущення (0,5л/га) забезпечив гібрид Довіста – 98,8т/га, що на 5,3 т/га більше, ніж у гібрида Гулівер за ширини міжрядь 45см. Відповідно за густоти 250 тис. рослин на гектарі врожайність сухої маси у гібрида Довіста на цих варіантах була – 25,6т/га і 21,4 т/га у гібрида Гулівер.

Відповідно, на основі проведеного дисперсійного аналізу, результати вивчення часток впливу факторів на формування збору сухої речовини сорго цукрового за багатфакторним дослідом наведені на рисунку 4.3.

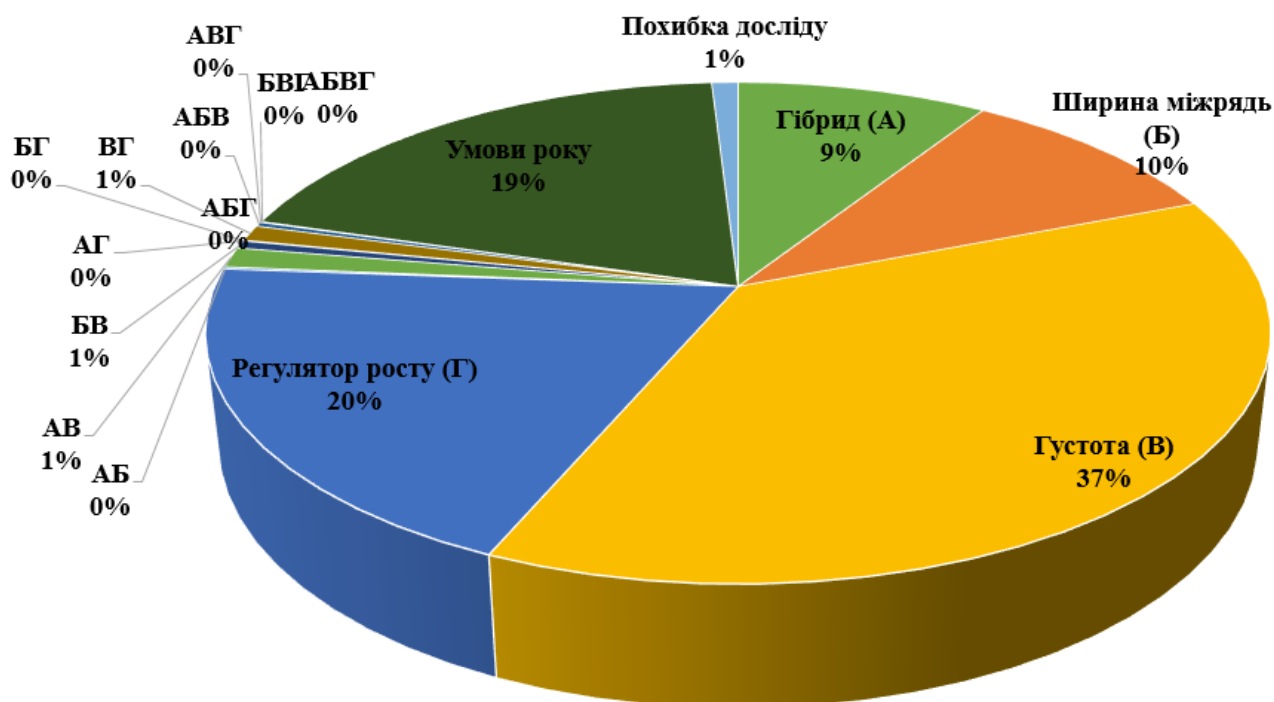


Рис. 4.3. Частка впливу факторів на формування збору сухої речовини сорго цукрового

Встановлено, що на накопичення сухої речовини максимальний вплив чинив фактор густоти посівів гібридів сорго цукрового – 37%. Оскільки аналогічні закономірності отримані нами за аналізу часток впливу факторів на збір біомаси, то й вплив умов що спричинили такий розподіл часток факторів детально описано вище.

Застосування обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневого застосування в фазу кущення (0,5л/га) виявилось ефективним фактором в накопиченні сухої речовини рослинами цукрового сорго та визначало його рівень на 20%.

Біологічні відмінності досліджуваних гібридів та ширина міжрядь впливали на формування ознаки лише на 9 та 10% відповідно, а погодні умови вегетаційного період в силу їх контрастності по роках досліджень на 19%.

За аналогією з часткою впливу факторів на накопичення вегетативної маси взаємодія досліджуваних факторів була, однак в силу значного впливу основних факторів дослідів показники адитивного поєднання факторів в

основному перебували в межах від 0 до 1%.

Визначення загального вмісту цукрів у соку стебел рослин сорго важливі показники формування якості отриманої продукції. Адже за переробки на біоетанол саме від нього і залежить наскільки ефективним буде виробництво.

Результати досліджень інших вчених з дослідження фізіологічних особливостей сорго цукрового показують, що стебло містить від 12 до 20% загальних цукрів. Загальні цукри розподіляються в своїй структурі на цукрозу 50-80%, глюкозу та фруктозу 20-40% [61; 202; 204; 212].

Відповідно різноманітність хімічного складу цукрів в соці сорго цукрового свідчить про перспективність використання його як сировини для виробництва біоетанолу. Адже за переробки сорго на харчові цілі проблемно відокремити прості цукри від сахарози, в той же час як використання сорго як сировини для отримання біопалива не потребує затрат по розділенню цукрів [58; 59; 60].

Загалом же, згідно праць інших авторів встановлено, що вміст цукрози в соку стебел сорго зростає по мірі досягання насіння на рослинах та максимальний в фазу повної стиглості насіння. Однак, вміст глюкози і фруктози досягає свого максимуму орієнтовно в фазу молочної стиглості зерна. В подальшому в рослинах до фази повної стиглості відбувається трансформація простих цукрів в цукрозу, що в енергетичному еквіваленті не передбачає втрат, адже молекули цукрози містять вдвічі більше енергії. Проте, загальний вміст цукрів знижується з огляду на трансформацію вуглеводів [27; 57; 61; 131; 132; 136].

А отже, проведений аналіз літературних джерел підтверджує висновок щодо неприпустимості раннього збирання врожаю сорго, так як цукри в рослинах накопичуються та трансформуються до фізіологічної стиглості зерна. Однак, після припинення росту рослин відбувається повільне руйнування вуглеводів у соці стебел, тому зі строками збирання значно затягувати не варто [14; 18; 175].

Визначення загального вмісту цукрів у соці стебел сорго цукрового проводили у фази викидання волоті, цвітіння, молочної та повної стиглості. Вміст загальних цукрів в соці стебел гібридів сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти та обробки регулятором росту наведено в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

**Вміст загальних цукрів в соці стебел гібридів сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту, %,
(середнє за 2016-2018 рр.)**

Гібрид (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор Б)	Густота, тис. шт./га (фактор В)	Обробка регулятором росту (фактор Г)	Вміст загальних цукрів			
				викидання волоті	цвітіння	молочна стиглість зерна	фізіологічна стиглість зерна
Довіста	45	150	Контроль	3,1	7,1	15,3	14,6
			Вимпел 2	3,3	7,4	16,1	15,4
		200	Контроль	3,2	7,3	15,7	14,7
			Вимпел 2	3,3	7,6	16,3	15,5
		250	Контроль	3,3	7,6	16,1	15,1
			Вимпел 2	3,4	7,7	16,6	15,7
	70	150	Контроль	3,2	7,3	15,6	14,8
			Вимпел 2	3,3	7,5	16,3	15,4
		200	Контроль	3,3	7,5	16,2	15,1
			Вимпел 2	3,4	7,8	16,6	15,8
		250	Контроль	3,4	7,7	16,6	15,8
			Вимпел 2	3,5	8,1	17,3	16,5
Гулівер	45	150	Контроль	3,0	6,8	14,5	13,8
			Вимпел 2	3,2	7,3	15,7	14,8
		200	Контроль	3,1	7,1	15,2	14,5
			Вимпел 2	3,2	7,2	15,5	14,9
		250	Контроль	3,2	7,0	15,2	14,7
			Вимпел 2	3,3	7,5	16,1	14,8
	70	150	Контроль	3,1	7,0	14,9	14,1
			Вимпел 2	3,2	7,2	15,6	14,6
		200	Контроль	3,2	7,1	15,2	14,2
			Вимпел 2	3,3	7,5	16,2	15,1
		250	Контроль	3,3	7,5	15,9	15,0
			Вимпел 2	3,4	7,7	16,6	15,9
НІР _{0,05}				0,1	0,2	0,3	0,3

Встановлення вмісту загальних цукрів в стеблах сорго цукрового в фазу викидання волоті показує незначні відмінності між варіантами дослідів. Так, в середньому по досліді в стеблах сорго формувалось 3,2% цукрів, тоді як в гібрида Довіста 3,3 %, а в гібрида Гулівер – 3,2% відповідно.

Відмінності в вмісті загальних цукрів по варіантах дослідів носили в основному тенденційний характер і хоча за застосування обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) з подальшим позакореневим використанням в фазу кушення (0,5л/га) підвищувало вміст загальних цукрів на 0,15, то це відхилення було в межах похибки дослідів.

Якщо аналізувати вміст загальних цукрів станом на настання фенологічної фази цвітіння рослин соргоцукрового, то тут уже прослідковуються відмінності, викликані впливом факторів дослідів та додатковим застосування стимулятора росту Вимпел 2 в фазу кушення. Так, в середньому по досліді вміст загальних цукрів був на рівні 7,4%, а в гібрида Довіста – 7,6 та в гібрида Гулівер – 7,2% відповідно.

У варіантах обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневе застосування в фазу кушення (0,5л/га) було отримано прибавку в вмісті загальних цукрів. Так, за застосування препарату на гібриді Довіста різниця з контрольними варіантами без обробки на ширині міжрядь 45см та різних густотах рослин була 0,2-0,4%, а за ширини міжрядь 70см – 0,2-0,3% відповідно.

Реакція рослин гібрида сорго цукрового Гулівер на застосування препарату Вимпел 2 була повністю аналогічна. Так, за обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневого застосування в фазу кушення (0,5л/га) за ширини міжрядь 45см та збільшення густоти рослин від 150 до 250тис. шт./га отримали прибавку вмісту загальних цукрів на рівні 0,5%, а аналогічні варіанти дослідів за ширини міжрядь 70см забезпечили прибавку на 0,2-0,5% вище контрольних варіантів.

В фазу молочної стиглості зерна вміст загальних цукрів в стеблах сорго цукрового був максимальним по досліді. Так, в середньому показники були на рівні 15,9%, а в гібрида Довіста – 16,2% та в гібрида Гулівер – 15,5%.

Відповідно, за обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневе застосування в фазу кушення (0,5л/га) було отримано прибавку в вмісті загальних цукрів на гібриді Довіста за ширини міжрядь 45см та різних густотах стояння рослин 0,6-0,8%, а за ширини міжрядь 70см – 0,4-0,7% відповідно. Аналогічно в рослин гібрида Гулівер, за обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневого застосування в фазу кушення (0,5л/га) за ширини міжрядь 45см та збільшення густоти рослин від 150 до 250 тис. шт./га отримали прибавку вмісту загальних цукрів на рівні 0,2-1,2%, а аналогічні варіанти за ширини міжрядь 70см забезпечили прибавку на 0,7-0,9% вище контрольних варіантів.

В фазу фізіологічної стиглості зерна вміст загальних цукрів в стеблах сорго цукрового був нижчим порівняно з попередньою фазою. Як уже відмічалось це відбулось за рахунок перетворення частини простих вуглеводів в складні – цукрозу. А отже, в середньому показники вмісту по досліді були на рівні 15,0%, а в гібрида Довіста – 15,4% та в гібрида Гулівер – 14,7%.

Варіанти різних густот стояння рослин незначно та недостовірно відрізнялись за вмістом цукрів в стеблах сорго між собою і лише за густоти рослин 150 тис. шт./га показники були мінімальними по досліді. Це пов'язано з наявністю значних обсягів повторної забур'яненості посівів сорго у таких варіантах та присутністю високорослих видів бур'янів в посівах до кінця вегетаційного періоду сорго цукрового.

За аналогією з попереднім періодом обліку, основні відмінності в формуванні вмісту загальних цукрів в стеблах сорго були отримані за застосування стимулятора росту Вимпел 2. Так, за обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневе застосування в фазу кушення (0,5л/га) отримано прибавку вмісту цукрів в гібрида Довіста за ширини міжрядь 45см та різних густот стояння рослин 0,6-0,8%, а за ширини міжрядь

70см– 0,6-0,7% відповідно. Аналогічно в гібрида Гулівер за обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневого застосування в фазу кушення (0,5л/га) за ширини міжрядь 45см отримали прибавку вмісту загальних цукрів на рівні 0,1-1,0%, а аналогічні варіанти за ширини міжрядь 70см забезпечили прибавку на 0,5-0,9% вище контрольних варіантів.

Висновки з розділу 4:

За результатами проведених досліджень встановлено, що збільшення густоти стояння рослин сорго цукрового супроводжується підвищенням урожайності зеленої та сухої маси. Так, за вирощування сорго цукрового з шириною міжрядь 45 та 70см і густотою рослин 150тис. шт./га були отримані мінімальні показники урожайності біомаси в досліді – 47,0-69,1т/га.

Вирощування досліджуваних гібридів за різної ширини міжрядь незначно вплинуло на формування рівня їх продуктивності – всього в межах 10%, що пояснюється ідентичними особливостями площ живлення рослин за однакових густот стояння рослин. Однак, не зважаючи на те, що гібриди Довіста та Гулівер селекції однієї установи оригінатора їх відмінності в тривалості вегетаційного періоду (середньоранній та середньопізній) позначились і на формуванні рівня продуктивності посівів в межах 13%.

Встановлено, що найвищу врожайність зеленої маси за густоти 250 тис. рослин на гектарі та обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневого застосування в фазу кушення (0,5л/га) забезпечив гібрид Довіста – 98,8т/га, що на 5,3 т/га більше, ніж у гібрида Гулівер за ширини міжрядь 45см.

За вирощування сорго цукрового з шириною міжрядь 45 та 70см і густотою рослин 150тис. шт./га були отримані мінімальні показники накопичення сухої речовини в досліді – 6,5-9,5т/га. За густоти 250 тис. рослин на гектарі врожайність сухої маси у гібрида Довіста у цих варіантах була – 25,6т/га і 21,4 т/га у гібрида Гулівер.

У варіантах обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневе застосування в фазу кущення (0,5л/га) угібрида Довіста різниця з контрольними варіантами без обробки на ширині міжрядь 45см та різних густот стояння рослин була 1,3-4,3т/га, а за ширини міжрядь 70см та– 1,2-3,5т/га відповідно. Аналогічно в гібрида Гулівер за ширини міжрядь 45см ми отримали прибавку сухої речовини на рівні 1,7-3,9т/га, а аналогічні варіанти досліду за ширини міжрядь 70см забезпечили збір сухої речовини сорго цукрового на 1,3-3,0т/га вище контрольних варіантів.

Встановлено, що в фазу фізіологічної стиглості зерна вміст загальних цукрів в стеблах сорго цукрового в середньому по досліду був на рівні 15,0%, а в гібрида Довіста – 15,4% та в гібрида Гулівер – 14,7%. Варіанти різних густот стояння рослин незначно та недостовірно відрізнялись за вмістом цукрів в стеблах сорго між собою і лише за густоти рослин 150 тис. шт./га показники були мінімальними по досліду. За обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневе застосування в фазу кущення (0,5л/га) отримано прибавку вмісту цукрівгібрида Довіста за ширини міжрядь 45см та різних густот стояння рослин 0,6-0,8%, а за ширини міжрядь 70см– 0,6-0,7% відповідно. Аналогічно в гібрида Гулівер за обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневого застосування в фазу кущення (0,5л/га) за ширини міжрядь 45см отримали прибавку вмісту загальних цукрів на рівні 0,1-1,0%, а аналогічні варіанти за ширини міжрядь 70см забезпечили прибавку на 0,5-0,9% вище контрольних варіантів.

За результатами досліджень опубліковано:

1.Музика О. В.Фотосинтетичні параметри гібридів сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, норми висіву та обробки регулятором росту в умовах Центрального Лісостепу України.*Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України*. Київ, 2018. Вип. 26. С. 79–85.

2. Сторожик Л. І., **Музика О. В.** Особливості формування продуктивності гібридів сорго цукрового залежно від впливу агротехнічних факторів: ширини міжрядь, густоти посівів та обробки регулятором росту. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Vol. 15, № 2. С. 171-181. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.173567>.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЦУКРОВОГО

5.1. Енергетична оцінка вирощування сорго цукрового

Виробництво енергії в Україні, на жаль, дотепер базується на основі викопних видів палива та експлуатації ресурсів існуючих гідро та атомних електростанцій. Попри активізацію роботи в створенні альтернативних виробників енергії з поновлювальних ресурсів та зелений тариф на її закупівлю основним напрямком роботи залишається організація нових сонячних та вітроелектростанцій. По суті це ресурс відновлювальний, але фактично – не контрольований та періодичний, на відміну від виробництва електроенергії з рослинної сировини [53; 135].

Крім того, зважаючи на те, що вітчизняне аграрне виробництво розвивається по шляху інтенсифікації та використовує більші обсяги енергії для забезпечення виробництва продукції, то й потрібно формувати шляхи її забезпечення. Адже, там де ресурси природи обмежені, створення додаткової продукції забезпечується за рахунок додаткових затрат енергії удобрення, засобів захисту, використання широкозахватних машин, поливу, тощо [74].

А отже, для раціонального використання енергії в технології вирощування сільськогосподарських культур потрібно не тільки раціонально використовувати фактори інтенсифікації а й відповідно розробляти нові та впроваджувати існуючі ресурсозберігаючих технології [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Так, досвід інших вчених показує що вивчення енергетичної ефективності технології вирощування культури є одним з найбільш ефективних методів аналізу затрат енергії необхідних для вирощування сільськогосподарської культури. Адже грошовий вираз технології вирощування залежить від кон'юнктури ринкових цін що сформувались на даний час і якщо існує попит

на певну сировину, то для її отримання може затрачатись більше енергії чим концентрується в отриманому врожаї. З точки зору економічної ефективності виробництва це ніяк не впливає на розміри отриманого прибутку, а от з точки зору раціональних витрат енергії на виробництво одиниці продукції потрібно витрачати менше енергії чим можна отримати з врожаєм [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Так, на основі встановлення енергетичних витрат, управління потоками енергії та їх оптимізація в Європейській союз запровадив доволі суворі вимоги описані в директиві сталості виробництва біомаси. Ті культури, на вирощування яких витрачається занадто багато енергії або ж в процесі вирощування вивільняються великі кількості вуглекислого газу, з часом будуть замінюватись більш ефективними видами в плані раціонального виробництва з отриманої сировини біопалива [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

А отже, раціональне використання непоновлюваних видів енергії для вирощування сільськогосподарських культур передбачає неухильне дотримання елементів технологій вирощування, раціонального використання природних ресурсів та ефективного забезпечення потреб рослин в недостаючих факторах живлення а також ефективного використання виробничого потенціалу.

Відповідно, затрати енергії, які потрібні були на виконання основних агротехнічних операцій по догляду та елементів технології, що вивчались в дослідках з сорго цукровим, визначались відповідно до технологічних карт. Згідно рекомендацій щодо визначення біоенергетичної ефективності за методикою О.К. Медведовського та П.І. Іваненко (1988) всі затрати на технологію вирощування культури мають енергетичний еквівалент. Використання енергетичних еквівалентів дає оцінити працю та матеріально-технічні засоби в одиницях єдиного показника та за його допомогою визначити відсоток вкладу кожного елемента у формування врожаю. А тому витрати на роботу машин, насіння, добрива, пестициди, паливно-мастильні матеріали,

людську працю розраховуються в одній системі одиниць [133; 134].

Сорго цукрове придатне для переробки на різні види біопалива. Так, рослини здатні накопичувати стеблах велику кількість розчинних вуглеводів, та сформувати високий вміст сухої речовини. А тому, як рослина пристосована до умов вирощування України цукрове сорго є однією з найбільш високоенергетичних та економічно-вигідних культур, серед усіх однорічних злакових [69].

Відповідно, отриманий сік зі стебел цукрового сорго можна використовуватись для отримання біоетанолу. Після отримання соку вологість стебел цукрового сорго перебуває в межах 20-25%, тому вони можуть бути сировиною для виробництва паливних гранул та брикетів, крім того, подрібнені рослини в вигляді силосу можна використовувати і для виробництва біогазу в спеціальних біогазових реакторах. Однак, зважаючи на пропорційність затрат на організацію виробництва, для проведення наших розрахунків будемо використовувати варіант переробки сорго цукрового на біоетанол та тверді види палива. Адже існує цілий ряд публікацій в яких відзначається значно більші затрати енергії на виробництво біогазу, що пов'язані не тільки з втратою частини енергії, а й необхідністю мікроорганізмам синтезувати високомолекулярні вуглеводні, що й спричиняє дещо менший збір енергії, порівняно з традиційними вже способами переробки на біоетанол та тверді види палива [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.; Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Енергетичний аналіз технології вирощування сорго цукрового завершується визначенням енергетичного балансу (коефіцієнту енергетичної ефективності вирощування) – співвідношення кількості енергії, що накопичена у отриманій продукції, відносно кількості енергії, використаної на формування врожаю.

Розрахунки ефективності технологій, технологічних процесів вирощування культури велися на основі технологічних операцій, що

проводились у дослідях. Дані з вивчення виходу біопалива та енергії за вирощування сорго цукрового, залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту подані в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Вихід біопалива та енергії за вирощування сорго цукрового, залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту

Гібрид (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор Б)	Густота, тис. шт./га (фактор В)	Обробка регулятором росту (фактор Г)	Вихід з 1 га			
				твердого біопалива (вологість 11%), т	енергії з твердого біопалива, ГДж	біоетанолу, т	енергії з біоетанолу, ГДж
Довіста	45	150	Контроль	9,18	146,46	2,09	52,19
			Вимпел 2	10,57	168,66	2,38	59,32
		200	Контроль	15,38	245,33	2,47	61,62
			Вимпел 2	18,23	290,81	2,87	71,50
		250	Контроль	23,69	377,91	3,18	79,44
			Вимпел 2	28,43	453,49	3,79	94,67
	70	150	Контроль	7,82	124,67	1,90	47,51
			Вимпел 2	9,11	145,38	2,18	54,47
		200	Контроль	13,98	223,01	2,28	56,88
			Вимпел 2	16,63	265,23	2,62	65,46
		250	Контроль	20,02	319,34	2,93	73,08
			Вимпел 2	23,87	380,68	3,45	86,05
Гулівер	45	150	Контроль	7,99	127,51	1,90	47,41
			Вимпел 2	9,84	156,87	2,18	54,44
		200	Контроль	14,76	235,39	2,35	58,52
			Вимпел 2	17,28	275,63	2,72	67,94
		250	Контроль	19,43	309,85	3,09	77,09
			Вимпел 2	23,72	378,27	3,59	89,56
	70	150	Контроль	7,20	114,79	1,80	45,01
			Вимпел 2	8,63	137,65	2,06	51,43
		200	Контроль	12,94	206,34	2,17	54,07
			Вимпел 2	15,41	245,73	2,50	62,48
		250	Контроль	18,09	288,48	2,82	70,24
			Вимпел 2	21,36	340,75	3,30	82,28

Отриманий рівень продуктивності рослин сорго цукрового за відповідної його якісної складової описаний детально в розділі 4 дисертаційної роботи дозволив забезпечити оптимальні показники формування виходу з одиниці площі біопалив та відповідно енергії сконцентрованої в них.

За результатами розрахунку виходу твердого біопалива з стандартною вологістю 11% встановлено, що мінімальні параметри були за вирощування сорго цукрового з густотою посівів 150 тис. шт./га на обох ширинах міжрядь. Так, в гібрида Довіста отримано 7,82-10,57 т/га біопалива, а в гібрида Гулівер відповідно 7,20-9,84 т/га.

За ширини міжрядь в 45 см та збільшення густоти рослинні застосування обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневого застосування в фазу кущення (0,5л/га) посіви формували максимальні значення виходу твердого біопалива. Так, за густоти посівів 250 тис. шт./га в гібрида Довіста збір з 1 га біопалива був 28,43 т/га, а в гібрида Гулівер відповідно 23,72 т/га.

Аналогічно варіанти формування максимальної кількості твердого біопалива сприяли отриманню і максимальних параметрів енергії з одиниці площі. Так, встановлено, що за ширини міжрядь в 45 см та густоти рослин 250 тис. шт./гаі застосування обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневого застосування в фазу кущення (0,5л/га) гібрид Довіста формував 453,49 ГДж/га, а гібрид Гулівер – 378,27 ГДж/га відповідно.

За аналогією з показниками виходу твердого біопалива вихід біоетанолу був мінімальним за вирощування сорго цукрового з густотою посівів 150 тис. шт./га на обох ширинах міжрядь. Так, в гібрида Довіста отримано 1,90-2,38 т/га біопалива, а в гібрида Гулівер відповідно 1,80-2,18 т/га.

За ширини міжрядь в 45 см та збільшення густоти рослинні застосування обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневого застосування в фазу кущення (0,5л/га) посіви формували максимальні значення виходу біоетанолу за збору енергії сконцентрованої в паливі. Так, за густоти посівів 250 тис. шт./га в гібрида Довіста вихід з 1 га біоетанолу був 3,79 т/га, а в гібрида Гулівер відповідно 3,59 т/га. У цих варіантах збір енергії був відповідно 94,67 та 89,56 ГДж/га, що відповідало максимальним показникам отриманим в досліді загалом.

Після визначення кількості отриманої енергії з урожаєм слід

сконцентруватись на ефективності досліджуваної технології вирощування сорго цукрового та її окремих елементів. Так, дані енергетичної ефективності вирощування сорго цукрового, залежно від ширини міжрядь, густоти стояння рослин та обробки регулятором росту наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Енергетична ефективність вирощування сорго цукрового, залежно від ширини міжрядь, густоти та обробки регулятором росту

Гібрид (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор Б)	Густота, тис. шт./га (фактор В)	Обробка регулятором росту (фактор Г)	Затрати енергії на 1 га, ГДж	Сумарний вихід енергії, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності
Довіста	45	150	Контроль	37,7	198,65	5,27
			Вимпел 2	37,8	227,98	6,03
		200	Контроль	37,8	306,96	8,12
			Вимпел 2	37,8	362,32	9,59
		250	Контроль	37,9	457,35	12,07
			Вимпел 2	37,9	548,16	14,46
	70	150	Контроль	37,7	172,18	4,57
			Вимпел 2	37,8	199,85	5,29
		200	Контроль	37,8	279,89	7,40
			Вимпел 2	37,8	330,68	8,75
		250	Контроль	37,9	392,43	10,35
			Вимпел 2	37,9	466,73	12,31
Гулівер	45	150	Контроль	37,7	174,92	4,64
			Вимпел 2	37,8	211,32	5,59
		200	Контроль	37,8	293,91	7,78
			Вимпел 2	37,8	343,56	9,09
		250	Контроль	37,9	386,94	10,21
			Вимпел 2	37,9	467,82	12,34
	70	150	Контроль	37,7	159,79	4,24
			Вимпел 2	37,8	189,09	5,00
		200	Контроль	37,8	260,42	6,89
			Вимпел 2	37,8	308,21	8,15
		250	Контроль	37,9	358,72	9,47
			Вимпел 2	37,9	423,03	11,16

Зважаючи на особливості окремих елементів технології вирощування гібридів сорго цукрового основні відмінності за різної ширини міжрядь та густоти посівів полягали лише в просторовій оптимізації розташування рослин

по поверхні поля. А тому варіанти з різною шириною посівів, нормою висіву та застосуванням стимулятора росту рослин відрізнялись між собою не більше чим на 0,1-0,3 ГДж/га, за середнього значення по досліді 37,8 ГДж/га.

Сумарний вихід енергії з отриманим врожаєм формувалася як складова отриманого твердого біопалива з стандартною вологістю 11% та біоетанолу. Відповідно мінімальні по досліді показники спостерігались за вирощування рослин з густрою 150 тис. шт./га за ширини міжрядь 45 та 70 см. Так, в гібрида Довіста отримано енергії 172,18-227,98 ГДж/га, а в гібрида Гулівер відповідно 159,79-211,32 ГДж/га. Застосування навіть додаткових заходів стимуляції рослин не дозволило отримати показники аналогічні до вищої густоти посіву рослин.

Максимальний збір енергії було отримано в досліді за ширини міжрядь в 45 см та збільшення густоти рослин до 250 тис. шт./га і застосування обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневого застосування в фазу кушення (0,5л/га). Так, в гібрида Довіста збір енергії з 1 га був 457,35 ГДж/га, а в гібрида Гулівер відповідно 467,82 ГДж/га.

Аналогічно, за практично незмінних затрат на технологію вирощування, максимальні коефіцієнти енергетичної ефективності було отримано за умови висівання сорго цукрового за ширини міжрядь в 45 см та застосування обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневого застосування в фазу кушення (0,5л/га) посіви формували максимальні значення виходу твердого біопалива. Так, за густоти посівів 250 тис. шт./га в гібрида Довіста КЕЕ був 14,46, а в гібрида Гулівер відповідно 12,34.

5.2. Економічна оцінка вирощування сорго цукрового

Розрахунок економічної ефективності технології вирощування загалом та окремих її елементів дозволяє визначити найбільш вартісні та затратні складові технології, що в підсумку формують ефективність виробництва продукції

рослинництва. Однак, без досконального аналізу сучасного стану технологій вирощування та оцінки наявного потенціалу неможливо визначити перспективні напрямки економічної модернізації та прийняття високоефективних технологічних та управлінських рішень [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Загалом економічна ефективність – комплексний показник, який залежить від багатьох факторів, однак основною її сутністю є отримання максимальної кількості продукції з гектара площі за найменших витрат живої та матеріалізованої праці на одиницю продукції. Затрати ресурсів та отриманий рівень продукції оцінені в вартісному відношенні і є головним напрямом оцінювання економічної складової технологій вирощування сільськогосподарських культур [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа.].

Зважаючи на те, що вартість насіння, добрив, засобів захисту рослин та паливно-мастильних матеріалів залежить від ринкової кон'юнктури цін в країні то основні показники економічної ефективності ми розраховували в цінах 2018 року, станом на листопад місяць – після завершення польових досліджень.

За основу розрахунку економічної ефективності брали технологічні карти використовувані у виробництві сорго зернового та сорго цукрового в умовах Лісостепу України.

З огляду те, що практики приймання сировини сорго цукрового для виробництва біопалива або переробки на сиропи немає, то вартість однієї тони цукрового сорго ми визначали орієнтуючись на вартість однієї тони кукурудзи за приймання на силос у 2018 році – 485 грн.

Відповідно показники економічної ефективності елементів технології вирощування сорго цукрового визначали за показниками розрахунку:

- собівартості виробництва продукції, як відношення витрат виробництва до виходу продукції з одиниці площі, грн./га;
- умовного чистого прибутку як різниці між реалізаційною вартістю продукції та грошово-матеріальними витратами на їх виробництво, грн./га;
- рівня рентабельності як співвідношення умовно чистого прибутку до

собівартості виробництва продукції, вираженому у відсотках.

Дані економічної ефективності вирощування сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти та обробки регулятором росту наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3

Економічна ефективність вирощування сорго цукрового залежно від ширини міжрядь, густоти рослин та обробки регулятором росту

Гібрид (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор Б)	Густота, тис. шт./га (фактор В)	Обробка регулятором росту(фактор Г)	Собівартість грн./т	Собівартість виробництва продукції, грн./га	Виручка від реалізації продукції, грн./га	Прибуток, грн./га	Рівень рентабельності, %
Довіста	45	150	Контроль	340,7	17900	26419	8519	47,6
			Вимпел 2	307,9	18300	30031	11731	64,1
		200	Контроль	294,3	18100	31194	13094	72,3
			Вимпел 2	261,0	18500	36196	17696	95,7
		250	Контроль	235,8	18300	40214	21914	119,8
			Вимпел 2	195,1	18700	47925	29225	156,3
	70	150	Контроль	376,2	17900	24050	6150	34,4
			Вимпел 2	336,2	18300	27574	9274	50,7
		200	Контроль	318,3	18100	28794	10694	59,1
			Вимпел 2	280,7	18500	33135	14635	79,1
		250	Контроль	250,8	18300	36995	18695	102,2
			Вимпел 2	220,6	18700	43562	24862	132,9
Гулівер	45	150	Контроль	382,0	17900	24001	6101	34,1
			Вимпел 2	338,9	18300	27560	9260	50,6
		200	Контроль	312,0	18100	29626	11526	63,7
			Вимпел 2	272,4	18500	34391	15891	85,9
		250	Контроль	236,1	18300	39024	20724	113,2
			Вимпел 2	210,1	18700	45335	26635	142,4
	70	150	Контроль	394,0	17900	22783	4883	27,3
			Вимпел 2	354,3	18300	26037	7737	42,3
		200	Контроль	336,3	18100	27374	9274	51,2
			Вимпел 2	295,2	18500	31628	13128	71,0
		250	Контроль	262,6	18300	35557	17257	94,3
			Вимпел 2	226,4	18700	41651	22951	122,7

Відповідно до проведених досліджень додаткові затрати на технологію

виращування сорго цукрового з застосування препарату Вимпел 2 були в межах 400 грн./га. Загалом для обробки насіння та подальшої обробки рослин по вегетації потрібно було 1 л/га препарату, вартість якого становила 240 грн./л.

Витрати на додатковий насіннєвий матеріал сорго цукрового були незначними, зважаючи на те що вартість гібридів вітчизняної селекції становила в середньому 1400 грн. за одну посівну одиницю в 350 тисяч насінин. Відповідно вартість збільшення норми висіву сорго на 50 тис. шт./га обходилась в додаткові 200 грн./га за відсутності зростання решти витрат.

А отже, вартість найменш затратної технології виробництва продукції становила 17900 грн./га, а от максимальний рівень витрат за густоти рослин 250 тис. шт./га та обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневого застосування в фазу кущення (0,5л/га) становив 18700 грн./га.

За сівби сорго цукрового гібрида Довіста за ширини міжрядь 45 см та 150 тис.шт./га рослин в середньому отримано прибуток 8519 грн./га, що перевищує на 2418 грн./га за сівби сорго цукрового гібрида Гулівер. Загалом же дані варіанти забезпечували отримання найменшого рівня прибутку по досліді.

Дослідження густоти рослин у даній роботі дає можливість повніше реалізувати біологічний потенціал гібридів та покращити якісні показники культури. Аналізуючи дані економічної ефективності результатів досліджень гібридів Довіста і Гулівер сорго цукрового в цьому досліді, спостерігаємо, що отриманий прибуток був найвищим як у гібрида Довіста, так і у гібрида Гулівер за сівби насіння з шириною міжрядь 45 см та густотою рослин 250 тис.шт./га та обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневого застосування в фазу кущення (0,5л/га) і становив 29225 та 26635 грн./га відповідно. Рівень рентабельності за цих показників найвищий і становить 156,3% у гібрида Довіста та 142,4% у гібрида Гулівер.

За оптимальної ширини міжрядь – 45 см та густотою рослин 250 тис.шт./га відповідно до того, що врожайність у гібрида Гулівер була нижчою ніж у гібрида Довіста і умовно чистий прибуток у гібрида Довіста був вищим на 2590 грн./га ніж у гібрида Гулівер.

5.3. Порівняльний аналіз відомої та оптимізованої технології вирощування сорго цукрового

Технологія вирощування сорго цукрового повинна базуватись на максимальному використанні ґрунтово-кліматичних умов, біологічних особливостей нових гібридів та забезпеченні економічної і енергетичної ефективності виробництва.

Результати економічних та енергетичних розрахунків порівняльного аналізу виробничої перевірки, щодо технології вирощування сорго цукрового наведені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4

Порівняльний аналіз відомої технології вирощування цукрового сорго та удосконаленої

Показники	Технологія		Ефективність від удосконалення, +/-
	відома	удосконалена	
Урожайність біомаси, т/га	70,0	98,5	28,5
Цукристість соку, %	14,0	15,7	1,7
Вихід біоетанолу, т/га	2,5	3,7	1,2
Збір твердого біопалива, т/га	14,0	28,0	14,0
Затрати на вирощування:			
на одиницю площі, грн./га	18300	18700	-400,0
на одиницю продукції, грн./т	261,4	189,8	71,6
Прибуток, грн./га	12000	29470	17470
Рівень рентабельності, %	67,0	161,0	94,0
Вихід енергії, ГДж/га	285,7	538,9	253,2
Енергетичні витрати на одиницю площі, ГДж/га	37,7	37,9	0,2
Коефіцієнт енергетичної ефективності	7,6	14,2	6,6

Зоптимального досвіду виробників, за відому технологію вирощування брали таку, що відрізнялась досліджуваними елементами від удосконаленої. Так, ширина міжрядь була 70см за норми висіву насіння 350 тис. шт./га схожих насінин.

Виходячи з розрахунків за застосування технології з оптимізованими її елементами рівень рентабельності збільшився на 94,0%, прибуток від оптимізації – на 17470грн./га, коефіцієнт енергетичної ефективності збільшився на 6,6 одиниць.

А тому застосування оптимізованої технології вирощування сорго цукрового дозволяє навіть за існуючої економічної ефективності виробництва значно збільшити прибутковість культури, а саме впроваджені нами елементи технології вирощування сприяють покращанню економічних та енергетичних показників виробництва.

Висновки з розділу 5:

Визначено, що сумарний вихід енергії з отриманим врожаєм формувалася як складова отриманого твердого біопалива з стандартною вологістю 11% та біоетанолу. Так, максимальні показники було отримано за ширини міжрядь в 45 см та збільшення густоти рослиндо 250 тис. шт./га і застосування обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневого застосування в фазу кущення (0,5л/га). Так, в гібрида Довіста збір енергії з 1 га був 457,35 ГДж/га, а в гібрида Гулівер відповідно 467,82 ГДж/га. Відповідно за ширини міжрядь в 45 см та застосування обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневого застосування в фазу кущення (0,5л/га) посіви формували максимальні значення виходу твердого біопалива. Так, за густоти посівів 250 тис. шт./га рослин в гібрида Довіста КЕЕ був 14,46, а в гібрида Гулівер відповідно 12,34.

Встановлено, що отриманий в досліді прибуток був найвищим як у гібрида Довіста, так і у гібрида Гулівер за сівби насіння з шириною міжрядь 45

см та густотою рослин 250тис.шт./га та обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневого застосування в фазу кущення (0,5л/га) і становив 29225 та 26635 грн./га відповідно. Рівень рентабельності за цих показників найвищий і становить 156,3% у гібрида Довіста та 142,4% у гібрида Гулівер.

Впровадження оптимізованої технології вирощування сорго цукрового дозволяють навіть за існуючої економічної ефективності виробництва значно збільшити прибутковість культури, а саме впроваджені нами елементи технології вирощування сприяють покращанню економічних та енергетичних показників виробництва. Так, за застосування технології з оптимізованими її елементами рівень рентабельності збільшився на 94,0%, прибуток від оптимізації – на 17470 грн./га, коефіцієнт енергетичної ефективності збільшився на 6,6 одиниць.

За результатами досліджень опубліковано:

Сторожик Л. І., Музика О. В. Ефективність вирощування сорго цукрового для переробки на біопаливо. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 108. С.91–100.

ВИСНОВКИ

1. У дисертації наведено теоретичне узагальнення та запропоновано нове вирішення науково-практичного завдання, яке полягає у встановленні комплексної дії ширини міжрядь, густоти рослин та застосування стимулятора росту у посівах цукрового сорго, що забезпечує отримання високої врожайності культури та збору біопалива з одиниці площі.

2. Тривалість вегетаційного періоду в гібрида Довіста становила 133 доби (середньопізній), а в гібрида Гулівер – 110 діб відповідно (середньоранній). За застосування стимулятора росту Вимпел 2 ріст та розвиток рослин сорго гібрида Довіста пришвидшувався на 7 діб, а рослин гібрида Гулівер на 9 діб відповідно. Період від сходів до викидання волоті в гібрида Довіста проходив за 72 доби, а в гібрида Гулівер – 62доби. За обробки насіння сорго стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/т) та його позакореневого застосування у фазу кущення (0,5 л/га) тривалість вегетативного періоду скорочувалась в гібрида Довіста з 75діб до 69 діб, а в гібрида Гулівер з 66 до 59діб.

3. Максимальна площа листкової поверхні в досліді досягала в фазу молочної стиглості зерна сорго і становила 45,8 тис м²/га листкової поверхні. Рослини гібрида Довіста утворювали 42,2–50,6 тис м²/га, а в гібрида Гулівер, відповідно, 43,2–51,6 тис м²/га листкової поверхні. В зазначену фазу за застосування стимулятора росту Вимпел 2 максимальні показники площі листкової поверхні в досліді формувались в гібрида Довіста за вирощування його з шириною міжрядь 70 см та густотою рослин 200 тис. шт./га і становили 40,8 тис м²/га, а в гібрида Гулівер, відповідно, 38,0 тис м²/га.

4. Максимальну кількість сухої речовини отримано в фазу викидання волоті і за застосування стимулятора росту рослин Вимпел 2,шириниміжрядь 45см та густоти рослин 250тис. шт./га в гібрида Довіста – 1306,3г/м², в гібрида Гулівер відповідно 1061,3г/м². За вищезазначеної густоти рослин але з більшою шириною міжрядь, в гібрида Довіста було сформовано сухої речовини 1075,0г/м², а в гібрида Гулівер відповідно 991,9 г/м². Мінімальна густота

рослин сорго (150 тис.шт./га) неефективно протистояла повторному забур'яненню посівів, тому на них рослини утворювали найменші в досліді показники збору сухої речовини.

5. Виявлено, що рослини сорго цукрового страждають від повторного забур'янення. Застосування стимулятора росту рослин Вимпел 2 за ширини міжрядь 45 см та густотирослин сорго цукрового 250 тис. шт./га запобігає утворенню великої кількості бур'янів і вони мають мінімальні параметри накопичення біомаси, порівняно з іншими варіантами досліду. Так, в гібрида Довіста було 10,2 шт./м² рослин бур'янів, які формували вегетативну масу 73,0 г/м² та суху – 25,0 г/м², в гібрида Гулівер було 10,5 шт./м² рослин бур'янів, і вони формували вегетативну масу 101,0 г/м² та суху – 32,8 г/м².

6. У період «викидання волоті – молочнастиглість» фотосинтетичний потенціал посівів сорго був максимальним у посівах за вирощування гібрида Довіста з шириною міжрядь 70см та густотою рослин 200тис. шт./га – 1,54-1,56тис.м²/га. Гібрид сорго цукрового Гулівер формував максимальні показники ФП у варіанті з шириною міжрядь 45см і густотою рослин 200тис. шт./га та за застосування стимулятора росту рослин Вимпел 2–1,47тис.м²/га.

7. У міжфазний період «молочна стиглість – восковастиглість» максимальні показники накопичення сухої речовини одиницею площі листової поверхні (ЧПФ) встановлені за густоти рослин 250 тис. шт./га і ширини міжрядь 45см та обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2. За таких умов рослини сорго гібрида Довіста формували 6,6г/м² за добу, а гібрида Гулівер – 10,9г/м² за добу сухої речовини.

8. У фазу виходу в трубку рослин сорго цукрового середній по досліді ККД ФАР був на рівні 2,91%: в гібрида Довіста – 2,99% та в гібрида Гулівер 2,84 % відповідно. Максимальні значення ККД ФАР отримані за вирощування рослин сорго цукрового з густотою 250тис. шт./га, шириною міжрядь 45см і застосування стимулятора росту Вимпел 2: гібриду Довіста – 5,2%, а в гібрида Гулівер – 4,7%.

9. Найвищу врожайність зеленої маси за густоти 250 тис. рослин на

гектар та обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневого застосування в фазу кущення (0,5л/га) забезпечив гібрид Довіста – 98,8т/га, що на 5,3 т/га більше, ніж у гібрида Гулівер за ширини міжрядь 45см. За вирощування сорго цукрового з шириною міжрядь 45 та 70см та густотою рослин 150тис. шт./га встановлені мінімальні показники накопичення сухої речовини в досліді – 6,5–9,5т/га. За густоти 250 тис. рослин на гектар, врожайність сухої маси у гібрида Довіста у цих варіантах становила – 25,6т/га і 21,4 т/га у гібрида Гулівер.

10. У фазу фізіологічної стиглості зерна вміст загальних цукрів в стеблах сорго цукрового був на рівні 15,0%, в гібрида Довіста – 15,4% та в гібрида Гулівер – 14,7%. За обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневого застосування в фазу кущення (0,5л/га) отримано приріст вмісту цукрів у гібрида Довіста за ширини міжрядь 45см та різних густот рослин 0,6–0,8%, за ширини міжрядь 70см – 0,6–0,7% відповідно. Аналогічно в гібрида Гулівер за обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневого застосування в фазу кущення (0,5л/га) за ширини міжрядь 45см отримали приріст вмісту загальних цукрів на рівні 0,1-1,0%, а аналогічні варіанти за ширини міжрядь 70см забезпечили прибавку на 0,5–0,9% вище контрольних варіантів.

11. Максимальні показники сумарного виходу енергії з отриманим врожаєм встановлено за ширини міжрядь в 45см та густоти рослин сорго 250 тис. шт./га і застосування обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневого застосування в фазу кущення (0,5л/га). Так, в гібрида Довіста збір енергії з 1 га становив 457,35ГДж/га, а в гібрида Гулівер відповідно 467,82ГДж/га. За ширини міжрядь 45см та застосування обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневого застосування в фазу кущення (0,5л/га) посіви сорго цукрового формували максимальні значення виходу твердого біопалива. Так, за густоти посівів 250 тис. шт./га в гібрида Довіста КЕЕ становив 14,46, а в гібрида Гулівер відповідно 12,34.

12. Встановлено, що отриманий прибуток був найвищим як у гібрида

Довіста, так і у гібрида Гулівер за сівби насіння з шириною міжрядь 45 см та густотою рослин 250тис.шт./га і обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5л/т) + позакореневого застосування в фазу кущення (0,5л/га) і становив 29225 та 26635грн./га відповідно. Рівень рентабельності за цих показників найвищий і становить 156,3% у гібрида Довіста та 142,4% у гібрида Гулівер.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах Лісостепу правобережного з метою забезпечення максимального рівня реалізації генетичного потенціалу сорго цукрового та отримання максимального виходу біопалива рекомендується:

- вирощувати середньопізній гібрид Довіста, який здатний забезпечити високий рівень продуктивності зеленої маси – 98,8 т/га та збір енергії 548,16 ГДж/га;
- для вирощування сорго цукрового в комплексі використовувати ширину міжрядь 45 і густоту рослин 250 тис. шт./га;
- проводити обробку насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/т) + позакореневе застосування в фазу кущення (0,5 л/га).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Agnilar V., Rodriguer V. Rendimiento de grano de sorgo centa S-1, efecto de distanciamiento entre surcos y plantas y niveles de fertilizacion nitrogenaola. – Chapingo : [N. p.], 1982. pp. 28–32.
2. Allen M. Effects of seedling rates with grain sorghum for silage and grain production. Southeast Louisiana dairy and pasture experimental station, 1978. – pp. 11–13.
3. Broadhead D.M., Freemman K.C. Stalk and sugar yield of sweet sorghum as affected by spacing. *Agronomy Journal*. 1980. Vol. 72, No. 3. pp. 523-524.
4. Energia w Europie. Problemy energii w Europie do roku 2020. Analiza wariantowa. – Luksemburg: Biuro publikacji oficjalnych Unii Europejskiej, 1996.
5. Feyt M., Sartori V. La culture du sorgho grain. *Producteur Agr. France*. 1977. Vol. 53, No. 206. pp. 27-28.
6. Karampisin E., Vamvuka D., Sfakiotakis et al S. Comparative Study of Combustion Properties of Five Energy Crops and Greek Lignite. *Energy & Fuels*. 2012. № 26(2). p. 869–878.
7. Leach, J.A., field enclosure apparatus for measuring crop photosynthesis. – "Ann. Appl. Biol", Vol. 92. №1 1979. P.125-132.
8. Mamede F.B., Carmo C.M., Alves J.F. Efeitos da densidade populacional sobre a producao de sorgo granifero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *Cienc. Agron.* 1983. Vol. 14, No. 1/2. pp. 37-46.
9. Ocrmond, C.B., Winter K., Rowles S.B. Adaptive significance carbondioxide- cycling. In: *Adaption of plants to Water and High Temperature Stress*. Wiley. Inter science, 1980. P.139-154.
10. Rajvanshi A.K., Nimkar N. Sweet sorghum at the Nimbkar Agricultural Research Institut (NARI). Maharashtra, India, 2008.
11. Saballos A. Development and utilization of sorghum as a bioenergy crop // In: W. Vermerris (eds). *Genetic Improvement of Bioenergy Crops*. Springer Science and Business Media. LLC, New York, NY, U.S.A., 2008. P 211-248.

12. Umrani, N.K., Ramshe. D.Y., loshe. A.C., Rao K.V. Zoss in yield sorghum entries due to late sowing under varying NPK fertilization. I. Maharashtra agr.Univ. 1988.13, 2: P.127-128.
13. Wang Enli. Event frequency and severity of sorghum ergot in Australia.Austral. J. Agr. Res.2000.Vol.51.№ 4.P. 457- 466.
14. Zhao Y.L., Dolat A., Steinberger Y.Biomass yield and changes in chemical composition of sweet sorghum cultivars grown for biofuel. Field Crops Res. 2009 Vol. 111, No. 1-2. P. 55-64.
15. Алабушев А.В. Проблемы и перспективы технологии возделывания сорго на зерно и зеленую массу. Тез. докл. Российской науч.–практ. конф. в Поволжском НИПТИ сорго и кукурузы. Саратов, 1995. С.100-102.
16. Алабушев А.В. Уникальные возможности сорго. Земледелие. 2000. №3. С. 19.
17. Алабушев А.В., Анипенко Л.Н. Энергетическая оценка производства сорговых культур. Зерновые и кормовые культуры (селекция, семеноводство, технология возделывания). Зерноград. 2000. С. 17–18.
18. АлабушевА.В., Гурский Н.Г. Сорго (селекция, семеноводство, технология, экономика). Ростов-на-Дону, 2003. 365с.
19. АлейниковаЛ.Д., Козлов Ю.С. Основы кормопроизводства. М.: Агропромиздат, 2000. 191с.
20. Андрющенко А.В., Кривицкий К.М., Мамайсур В.В. Державна експертиза сортів рослин фітоенергетичного напряму використання. Сортовивчення. 2011. №1. С. 38 – 45.
21. Артемьев А.А. Изменение мощности корневой системы сахарного сорго по слоям почвы в зависимости от способов основной обработки. Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений: Сб. науч. тр. Пенза, 2000. С. 102-106.
22. Артемьев А.А. Нетрадиционные кормовые культуры. Актуальныевопросыестественныхитехническихнаук:Сб.науч.тр. Саранск, 2000. С. 246-248.

23. Артемьев А.А. Продуктивность силосных культур в Республике Мордовия. Физиология и биохимия продуктивности животных: Сб. науч. тр. Саранск, 1999. С. 130-132.
24. Артемьев А.А. Сорго сахарное – предшественник для основных культур в Республике Мордовия. Актуальные вопросы естественных и технических наук: Сб. науч. тр. Саранск, 2000. С. 248 –250.
25. Архипенко Ф.М., Слюсар С.М. Сорго – перспективи вирощування. Агроном. 2006. № 4 (14). С.82–83.
26. Асеева И.В., Великжанова Г.А. О биосинтезе свободных аминокислот микроорганизмами в почве. Почвоведенье. 1966. №1. С. 71-76.
27. Балан В.М., Сторожик Л.І. Вирощування цукрового сорго як біоенергетичної культури. Цукрові буряки. 2010. № 5 С. 14–15.
28. Балашов В.В., Галичкин А.И. Посевные качества семян сахарного сорго в зависимости от видов десикации и сроков их применения. Вестник АПК Волгоградской области. Волгоград. 2007. №12. С.18-19.
29. Балашов В.В., Галичкин А.И. Влияние сроков предуборочной десикации на урожайность семян сахарного сорго. Вестник АПК Волгоградской области. Волгоград. 2007. №12. С.13-15.
30. Балинова Т.А. Влияние орошения и обработки семян сорго препаратом Прорастин на продуктивность растений на светло-каштановой почве Калмыкии [Текст] / Балинова Т.А., Евчук М.В. // «Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследований»: Сб. материалов II Международной научно-практической конференции. Новосибирск, 2012. С.68-70.
31. Барабаш О.Ю., Тараненко Л.К., Сич З.Д. Біологічні основи овочівництва. К.: 2005. С.119-132
32. Безручко О. Сорго набуває популярності. Agroexpert. 2012. № 5. С.36–38.
33. Безуглова О.С. Новый справочник по удобрениям и стимуляторам роста. Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. 384 с.

34. Бескровный В.И. Сроки посева и уборки сахарного сорго. Сб. научн. тр. ВНИИ сорго. зерноград, 1990. С.15-17.
35. Бессонова В.П. Практикум з фізіології рослин. Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2006. 316 с.
36. Бритвин В.В., Болдырева Л.Л. Сахарное сорго – универсальная культура. Сільськогосподарські науки: наук. пр. Симферополь: ЮФ «КАТУ» НАУ, 2007. Вип.104. С. 259-263.
37. Бритвин В.В., Болдырева Л.Л. Сорго как сырье для производства биоэтанола. Наук. пр. південного філіалу НУБіП «Кримський агротехнологічний університет» 2013. №1.
38. Бунь Л. Верблюды растительного царства. Агро Перспектива. 2009. № 12. С. 54–59.
39. Вахопский Э. К. Норма высева. Кукуруза и сорго. 1989. № 3. С. 26.
40. Вахопский Э. К., Володин А.Б., Жукова М.П. Сорго сахарное Ставропольское63. Селекция и семеноводство. 1991. № 3. С. 41-42.
41. Виноградов И.В., Востоков А.И. О развитии в СССР производства сахара и сиропов из несвекловичных сахароносных растений. Сахарная промышленность. 1951. №3. С. 8–14.
42. Влох В.Г., Дубковецкий С.В., Кияк Г.С., Онищук Д.М. Сорго. Рослинництво К.: Вища школа, 2005. С.94–98.
43. Волошина Т.В. Сравнительный анализ адаптивности и продуктивности различных сортов и гибридов сорго при их возделывании в условиях Калмыкии [Текст]/Волошина Т.В., Евчук М.В., Янов В.И.//«Проблемы сохранения и рационального использования биоразнообразия Прикаспия и сопредельных регионов»: Сб. науч. тр. Флора, фауна, экология. Элиста, 2010. С.20-22.
44. Воскобулова Н.И., Колесникова А.А. Влияние регуляторов роста и десикантов на урожайность и влажность зерна сахарного сорго. Проблемы устойчивости биоресурсов: теория и практика. Оренбург, 2005. С.162-164.

45. Востоков А.И. Несвекловичные сахароносы и производство из них сахара. М.: Пищепромиздат, 1955. 69 с.
46. Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез. Дыхание. М.: Высш. шк., 1975. 392 с.
47. Галичкин А.И., Сариев К.А. Влияние норм и способов посева на урожайность зеленой массы и семян сахарного сорго. Земледелие. 2007. №6. С.30-31.
48. Гамандій В.Л., Дремлюк Г.К. Господарствам Півдня час розширювати посіви сорго. The Ukrainian Farmer. 2012. №2. С.12-13.
49. Гамбург К.З., Кулаева О.Н., Муромцев Г.С. и др. Регуляторы роста растений. М.: Колос., 1979. 246с.
50. Ганженко О.М., Григоренко Н.О. Залежність продуктивності і вуглеводного складу від сортових особливостей та мінерального живлення цукрового сорго. Цукор України. 2011. № 4 (64). С.27-32.
51. Ганженко О.М., Григоренко Н.О., Хіврич О.Б. та ін. Вплив сортових особливостей та мінерального живлення на урожайність і вуглеводний склад цукрового сорго. Цукрові буряки. 2011. №5. С.14-15.
52. Ганженко О. М. Цукрове сорго. The Ukrainian Farmer. 2012. №10. С.42–44.
53. Гелетуха Г.Г., Железна Т.А. Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні: Аналітична записка БАУ № 7. Біоенергетична асоціація України, 2014. 32 с.
54. Гелетуха Г.Г., Железна Т.А., Жовмір М.М. Виробництво енергії з місцевих видів палива в Україні. Науковий вісник НАУ. 2006. Вип. 95 (1) С.118-127.
55. Гелетуха Г.Г., Железна Т.А., Матвеев Ю.Б. та ін. Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Наук. вісн. НАУ. 2004. Вип. 73 (1). С.131-138.

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

57. Герасименко Л. А. Вплив густоти стояння рослин на ріст, розвиток та врожайність сорго цукрового. Агробіологія. Біла Церква. 2011. Вип. 6 (86). С. 48–50.

58. Голуб И.А. Продуктивность сорго сахарного в зависимости от густоты растений, ширины междурядий и норм минеральных удобрений. Корма и кормопроизводство. 1990. Вып.30 С.11-13.

59. Горбуля В.С., Щепетков Н.Г., Жумагулов И.И. Сахарное сорго – ценная кормовая культура. Сб. научн. статей Акмолинского аграрного университета. Т.1. Астана, 1999. С.16-20.

60. Гратилю А.Д. Сорго сахарное в Южной степи Украины. Кормопроизводство, 2013. №3. С.30-31.

61. Григоренко Н.О. Цукрове сорго дає високі й стабільні врожаї зерна та зеленої маси за складних кліматичних умов. Зерно і хліб. 2011. № 3. С. 48-49.

62. Григоров М.С., Цымбалов В.И. Оптимизация внешних факторов при возделывании сорго. Вестник с.х. науки, 1989. №3. С. 85- 92.

63. Гринюк І. Біоенергетика: минуле, сьогодення і майбутнє. Агросектор. 2009. № 1 С. 30-34.

64. Гринюк І. Ще одна сировина для біопалива. Агросектор. 2007. № 4 (18). С. 33.

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

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

67. Губенко В.І. Стан і проблеми забезпечення розвитку виробництва та експорту продукції АПК в умовах СОТ. Економіка АПК. 2008. № 5. С.70 – 73.
68. Гументик М.Я., Бондар В.С. Цукроносні культури як сировина для виробництва етанолу. Цукрові буряки. 2006. №6. С. 20 – 21.
69. Гунчак Т.І. Особливості вирощування сорго цукрового в якості сировини для виробництва біопалива в умовах Південно-Західного Лісостепу України. Наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. 2014. Вип.21. С.240 – 244.
70. Даниленко Ю.П., Зибаров А.А., Володин А.Б. Сахарное сорго и сорго-суданковый гибрид в Нижнем Поволжье. Земледелие. М., 2013. №2. С.33-34.
71. Демиденко Б.Г. Вирощування сорго в Степу України та його використання. К.: Вид-во Укр. академії с.-г. наук, 1961. 89 с.
72. Добжицкий Я. Химический анализ в сахарном производстве. М.:Агропромиздат, 1985. 351 с.
73. Дремлюк Г.К., Гамандій В.Л., Гамандій І.В. Основні елементи технології вирощування сорго. Посіб. укр. Хлібороба. 2013. Т.1. С. 274-277.
74. Дубровін В.О., Корчемний М.О., Масло І.П. та ін. Біопалива (технології, машини і обладнання). К.: Енергетика і електрифікація, 2004. 256 с.
75. Дубровін В.О., Мельничук М.Д., Мельник Ю.Ф. та ін. Біоенергія в Україні – розвиток сільських територій та можливість для окремих громад: наук.-метод. реком. К.: НУБіП, 2009. 122 с.
76. Евчук М.В. Влияние биологически активных препаратов на продуктивность зернового сорго. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар, 2013. №94(10) С.1-10.
77. Евчук М.В. Влияние обработки семян сорго препаратом Прорастин на рост и развитие растений на светло-каштановых почвах Калмыкии. Теоретические и прикладные проблемы АПК Москва, 2013. №4(17), РУДН С. 15-17.

78. Евчук М.В. Сортовые особенности сорговых культур и влияние ростостимулятора на их продуктивность в условиях светло-каштановых почв Калмыкии [Текст] / Евчук М.В. «Пути интенсификации производства и переработки сельскохозяйственной продукции в современных условиях» // Материалы Международной научно-практической конференции, часть I, Производство сельскохозяйственного сырья. Волгоград, 2012., С.233-235.

79. Евчук М.В., Балинова Т.А. Влияние орошения и обработки семян сорго препаратом Прорастин на продуктивность растений на светло-каштановой почве Калмыкии. Агрономия и лесное хозяйство. Оренбург, 2013. № 40 С.71-73.

80. Евчук М.В., Балинова Т.А. Особенности роста и развития сахарного сорго при действии биологически активных препаратов на светло-каштановой почве. «Агро XXI» Москва, 2014 г. № 10-12 (101) С.33-34.

81. Елькина Г.Я. Продуктивность кормовых трав и их качество в зависимости от сбалансированности минерального питания. Кормопроизводство. М., 2011. №3. С.19-20.

82. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006 р. № 145-р.

83. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті STATISTICA 6.0. Київ : ПоліграфКонсалтинг, 2007. 55 с.

84. Ермохин Ю.И., Бобренко И.А. Оптимизация минерального питания сорговых культур. Омск: Омский государственный аграрный университет, 2000. 118с.

85. Єременко О.І., Паянок О.В., Усенко Д.М. Аналіз стану та тенденції розвитку твердопаливних виробництв. Вісн. Степу. – Кіровоградський ін-т агропромислового виробництва, 2012. № 2. С. 234-240.

86. Жученко А.А. Адаптационный потенциал культурных растений (эколого - генетические основы). Кишинев: Штиинца, 1999. 768 с.

87. Заварзин А.И. Возделывание сорго на зерно и семена в Саратовской области. Саратов, 1990. 24с.

88. Захаров В.В. Поукосные посеы сахарного сорго в условиях Волгоградской области / В.В. Захаров // Основы достижения устойчивого развития сельского хозяйства: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию СХИ. Раздел агрономия. Волгоград, 2004. С. 88 - 90.

89. Иванов В.М., Наумов Н.А., Медведев Г.А., Петров Н.Ю., Сухов А.Н., Беленков А.Н., Чертоусов В.А. Агроэнергетическая оценка технологий возделывания сельскохозяйственных культур. ВГСХА. Волгоград, 2000. 32с.

90. Ионова Л. П. Энергосберегающая технология выращивания сорго в условиях Астраханской области. Успехи современного естествознания. 2010. №4. С. 27–30.

91. Исаков Я. И. Сорго. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Россельхозиздат, 1982. 134 с

92. Исаков Я. И., Гурский Н.Г., Бескровный В.И. Новый сорт сахарного сорго Зерноградский янтарь. Технология создания, возделывания и использования сорго: сб. науч. тр. / ВНИИ сорго. Зерноград: [б. и.], 1990. С. 34-37.

93. Исаков Я.И. Сорго. М: Россельхозиздат, 1992. 133 с.

94. Исаков Я.И., Басов К.А. Возможности сахарного сорго. Сельское хозяйство России. 1992. № 5. С. 46-48.

95. Иващенко О.О. Бур'яни в агрофітоценозах. К.: Світ, 2001. 234 с.

96. Иващенко О.О., Рудник - Иващенко О.І. Перспективи вирощування кукурудзи і сорго. Хімія. Агрономія. Сервіс. 2011. № 12. С. 38–41.

97. Кадралиев Д. С. Подбор сортов сорго при орошении. Сб. Ресурсосберегающие основы орошаемого земледелия. Астрахань, 2003. С. 78–86.

98. Кадыров С.В., Федоров В.А., Большаков А.З. Сорго. Ростов: ЗАО «Ростиздат», 2008. 80 с.
99. Калашник Н.С., Олексенко Ю.Ф., Пустовар А.В. Сорго. К.: Урожай, 1978. 73 с.
100. Каленська С.М., І.П. Гринюк Вплив доз мінеральних добрив та сортових особливостей на вихід цукру та біоетанолу із сорго цукрового в умовах Правобережного Лісостепу України. Зб. наук. пр. ІБКІЦБ. 2012. Вип.15. С.202-206.
101. Калетнік Г.М. Біопаливна галузь і енергетична та продовольча безпека України. Вісн. аграр. науки. 2009. № 8. С. 62-64.
102. Калетнік Г.М. Біопаливо. Продовольча, енергетична та екологічна безпека України : монографія. К. : Хай-Тек Прес, 2010. 515 с.
103. Калетнік Г.М. Оцінка енергетичних культур як сировини у біопаливній промисловості України. Вісн. аграр. науки. 2008. № 6. С. 70-75.
104. Калетнік Г.М., Мазур В.А., Цицюра Я.Г. Стан та перспективи розвитку виробництва біопалива. Зб. наук. пр. ІБКІЦБ. 2011. Вип.12. С.196-205.
105. Калетнік Г.М., Пришляк В.М. Біопаливо: ефективність його виробництва та споживання в АПК України : навч. посіб. К.: Хай-Тек Прес, 2011. 310 с.
106. Каражбей Г.М. Значення сорго зернового як біоенергетичної культури. Зб. наук. пр. ІБКІЦБ. 2011. Вип.12 С.148-152.
107. Каражбей Г.М., Тегун С.В. Продуктивність сорго звичайного двокольорового (*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.
108. Кибальник О.П., Эльконин Л.А., Кожемякин В.В. Хозяйственная ценность сорго-суданковых и суданко-сорговых гибридов. *Кормопроизводство*. М., 2003. №3. С.27-28.

109. Кириченко Л., Роженко В., Філоненко Л. та ін. Нове застосування цукрового сорго. Агробізнес сьогодні. 2012. №3.
110. Кириченко Л., Роженко В., Філоненко Л. та ін. Цукрове сорго виглядає доволі енергетичною культурою. Зерно і хліб. 2012. № 4 С.61-62.
111. Ковалєв В.М. Теоретические основы оптимизации формирования урожая. М.:МСХА. 1997.284с.
112. Ковальчук В.П., Васильев В.Г., Бойко Л.В., Зосимов В.Д. Сборник методов исследования почв и растений. К.: Труд-ГриПол ХХІ вік, 2010. 252 с.
113. Ковальчук В.П., Григоренко Н.О., Костенко О.І. Цукрове сорго – цукровмісна сировина та потенційне джерело енергії. Цукрові буряки. 2009. № 6. С.6-7.
114. Ковтунова Н.А., Ермолина Г.М. Сорта травянистого сорго для Ростовской области. Кормопроизводство, 2012. №10. С.27-28.
115. Колесникова А.А. Влияние регуляторов роста и десикантов на посевные качества семян суданской травы. Известия Оренбургского ГАУ. Оренбург, 2006. №2. С.11-14
116. Колпаченко Н.М. Тенденції розвитку ринку біопалива в Україні і світі. Зб. наук. пр. ІБКІЦБ. 2012. Вип.14. С.551-554.
117. Косолап М.П. Гербологія. К.: Арістей, 2004. 363 с.
118. Костыря И., Самойленко А., Шевченко Т.Весна и лето на сорговом поле. Зерно. 2012. № 4. С. 77-79.
119. 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.
120. Краснєнков С.В. Наукове обґрунтування оптимізації вирощування сорго в умовах недостатнього і нестійкого зволоження Південного Степу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д–ра с.-г. наук: спец. 06.01.09 / УААН Ін–т зернового господарства / С.В. Краснєнков Д., 1999. 35 с.
121. Культура сахарного сорго и основы его переработки: сборник докл. IV межведом. науч.-практ. конф. Ч. 2 [«Товароведение, экспертиза, технология

и хранение продовольственных товаров»] / под общ. ред. канд. юрид. наук, проф. Л. М. Луценко. М. ООО«Галлея-Принт», 2011. 107 с.

122. Купчик М.П., Рева Л.П., Штангеева Н.І. та ін. Технологія цукристих речовин. Лаборатор. практикум. К.: НУХТ, 2007. 393 с.

123. Курило В.Л., Ганженко О.М., Зиков П.Ю. та ін. Проведення передпосівного обробітку ґрунту і сівби насіння цукрового сорго: метод. реком.; за ред. Роїка М.В. К., ІБКіЦБ, 2012. 15 с.

124. Курило В.Л., Григоренко Н.О., Марчук О.О. Цукрове сорго – перспективна сировина для комплексного використання. Зб. наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків. К., 2011. Вип.12. С.130-134.

125. Курило В.Л., Яланський О.В., Гамандій В.Л. та ін. Біоенергетична оцінка соргових культур. Зб. наук. пр. ІБКіЦБ. 2012. Вип.14. С.554-558.

126. Курило В.Л., Герасименко Л.А. Продуктивність сорго цукрового для виробництва біопалива залежно від строків сівби та глибини загортання насіння. Цукрові буряки. 2012. № 1 (85). С. 14–15.

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

128. Луцько Г., Каранда Т. Сорго – відповідь екстремальній посуші. Пропозиція. 2013. № 1. С. 44–46.

129. Мазур В.А., Мазур К.В. Розвиток біоенергетики в Україні та світі. Зб. наук. пр. Вінницького держ. аграр. ун-ту. 2010. Вип. 42. С. 65-70.

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

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

132. Малиновский Б.Н. Сорго на Северном Кавказе. Ростов н/Д. : Изд-во Ростовского ун-та, 1992. – 208 с.

133. Медведевский О. К. Энергетический анализ в системе растениеводства. К.: Урожай, 1986. 137 с.

134. Медведовський О.К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О.К. Медведовський, П.І. Іваненко. – К.: Урожай, 1988. – 208 с.
135. Мельничук М.Д., Дубровін В.О., Мироненко В.Г. та ін. Альтернативна енергетика: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. К.: Аграр Медіа Груп, 2011. 612 с.
136. Метлин В.В. Показатели фотосинтетической деятельности сортов и гибридов сорго и кукурузы. «Интенсивная технология возделывания и использования сорго»: сб.науч.тр. Зеленоград, 1986. С.80-84.
137. Мороз О.В., Смірних В.М., Шопша Г.М. та ін. Сорго цукрове – як фітоенергетична культура. Цукрові буряки. 2010. № 5. С. 16-17.
138. Мороз О.В., Смірних В.М., Шопша Г.М. та ін. Сорго цукрове як фітоенергетична культура. Агроном. 2013. № 1. С. 204-205.
139. Музиченко Ф. Сорго в Україні: лише переваги. Пропозиція. 2010. № 3. С. 42.
140. Музиченко Ф. Сорго в Україні. Агроном. 2011. № 4 С.25.
141. Муслимов М.Г. Культура больших возможностей [Текст] /М.Г. Муслимов, А.Г.Сепиханов //Мат. межд. научно-практ. конф. «Научно-производственное обеспечение социально-экономического развития АПК аридных территорий России». – Астрахань: ПНИИАЗ, 2001. – С.245-250.
142. Муслимов М.Г. Сахарное сорго – перспективная кормовая культура. Кукуруза и сорго, 2003. №1. С.15-16.
143. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. ДСТУ 4138–2002. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 173 с.
144. Наумова Т.В., Емельянов А.Н. Продуктивность сорго сахарного в зависимости от условий возделывания. Кормопроизводство. М., 2012. №12. С. 14-15.
145. Нафиков М.М. Оценка продуктивности сортов сахарного сорго условиях Закамья. Тез. конф. Волгоград, 1992. С.43-45.
146. Ничипорович А.А. Физиология фотосинтеза и продуктивности растений. М.: Наука, 1980. С7-33.

147. Ничипорович А.А. Фотосинтез и урожай. М.: Колос, 1966. С.6-15.
148. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений как основа их продуктивности в биосфере и земледелии [Текст] / А.А.Ничипорович // Фотосинтез и продуктивный процесс. – М., 1980. – С.5-28.
149. Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Власова М.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М.: АН СССР, 1961. 137 с.
150. Новиков Ю. Ф. Энергобаланс АПК и биоэнергетика агросистем. Докл. ВАСХНИЛ, 1984. № 5. С. 7–9.
151. Нурмакова Ж.И., Григоренкова Е.Н. Продуктивность агрофитоценозов смешанных посевов новых поколений сортов сахарного сорго с соей на орошаемых почвах дельты Волги. Естественные науки. 2007. № 2.
152. Обаян, А.С., Коломиец Н.Я. Сорго – выгодная культура. Земледелие. 2006. № 4. С.31.
153. Оконов М.М. Влияние обработки семян сорго преапаратом Прорастин на продуктивность растений в условиях опытного поля КГУ [Текст] / М.М. Оконов, В.И. Янов, М.В. Евчук, А.А. Музыков // Актуальные проблемы сельскохозяйственного производства. Материалы научной конференции, посвященной 85-летию аграрной науки Калмыкии. Элиста: Калм НИИСХ, 2010.- С.137-139
154. Оконов М.М. Оптимизация формирования урожая в растениеводстве. Учебное пособие. Элиста: Изд-во Калм. ун-та. 2010. 26с.
155. Оконов М.М. Рост и фотосинтетическая активность кормовых культур в зависимости от уровня питания. Биология и технология возделывания сельскохозяйственных культур в интенсивном земледелии Калмыкии: Сб. науч. тр. КГУ. – Элиста, 1994. – С.4-9.
156. Оконов М.М., Джиргалова Е.А., Балинова Т.А., Евчук М.В. Особенности формирования урожая сорговых культур в сухостепной зоне Калмыкии при орошении в зависимости от применения удобрений и стимуляторов роста.

Теоретические и прикладные проблемы АПК. Москва, 2014. №4(21), РУДН С. 6-12.

157. Оконов М.М., Евчук М.В. Влияние стимуляторов роста Альбита и Полистина на продуктивность зернового сорго. Агронимия и лесное хозяйство. Оренбург, 2014. № 45 С. 29-31.

158. Оконов, М.М. Влияние препарата Прорастин на продуктивность зернового сорго в условиях учебно-опытного поля КГУ [Текст] / М.М. Оконов, В.И. Янов, М.В.Евчук, А.А.Музыков «Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе» // Сб. науч. тр. По материалам 75- научно-практической конференции. Ставрополь, 2011., С.75-78.

159. Олексенко Ю.Ф., Красненков С.В. Технология возделывания сорго на зерно и силос для Степи Украины. Проблемы и задачи по селекции, семеноводству и технологии производства и переработки сорго в СССР : матер. Всесоюзн. совещ. зерноград : [б. и.], 1990. С. 114-116.

160. Опалко В., Гузь М. Потенціал альтернативних джерел палива. Новини агротехніки. 2011. № 3-4 С.24-27.

161. Орси́к Л.С., Сорокин Н.Т., Федоренко В.Ф. и др. Биоэнергетика: мировой опыт и прогнозы развития. М.: Росинформ агротех, 2008. 404 с.

162. Основные тенденции рынка сорго: Украина и мир // Хранение и переработка зерна. 2006. № 7. С.11–15

163. Пергаев О., Рейнштейн Л. Потенциал сорговых культур. Агромир. 2004. № 14. С.1–2.

164. Петрушевский В.В., Бондарь Е.Г., Винокурова Е.В. Производство сахаристых веществ. К.: Урожай, 1989. 165 с.

165. Примак І.Д., Манько Ю.П., Танчик С.П. та ін. Бур'яни в землеробстві України: прикладна гербологія; за ред. І.П. Примак та Ю.П. Манька. Біла Церква, 2005. 664 с.

166. Радченко М., Маслак О., Полежай О. Сорго: невикористаний потенціал. Agroexpert. 2011. № 5. С.22–26.
167. Рахметов Д., Рахметова С. Трава Колумба перспективна культура поліфункціонального використання в Україні. Пропозиція. 2008. № 6. С. 54–57.
168. Рахметов Д.Б. Роль нових культур у фітоенергетиці України. Наук. вісн. НАУ. 2007. Вип. 116. С.13-20.
169. Роженко В., Балабуха С., Роженко І.та ін. Біомаса – ресурс землі. Пропозиція. 2012. № 1 С.98-100.
170. Роїк М.В., Курило В.Л., Ганженко О.М. та ін. Перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Цукрові буряки. 2012. №2-3. С.6-9.
171. Роїк М.В., Курило В.Л., Ганженко О.М. та ін. Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Зб. наук. пр. ІБКІЦБ 2012. Вип.14 С.115-125.
172. Роїк М.В., Курило В.Л., Гументик М.Я. та ін. Біоенергетика в Україні: стан та перспективи розвитку. Біоенергетика. 2013. №1. С.5-10.
173. Рудник-Іващенко О.І., Сторожик Л.І. Стан і перспективи соргових культур в Україні. Вісн. ЦНЗ АПВ Харківської обл. 2011. Вип.10. С.198-206.
174. Рябушев М. Альманах компанії «Байер Крон Сайенс» ТОВ «Байер». К., 2007. № 3. С. 3-4.
175. Самойленко А., Самойленко В. Соргові культури в стабілізації виробництва кормів. Пропозиція. 2011. № 2. С.39–40.
176. Самойленко А., Самойленко В., Шевченко Т. Культура, равнодушная к засухе. Зерно. 2011. № 9. С.34–38.
177. Самойленко А., Шевченко Т. Сорти сорго та напрямки його використання. Agroexpert. 2009. № 6. С.8-12.
178. Самойленко А., Шевченко Т. Технологія вирощування сорго. Agroexpert 2009. № 5. С. 14-16.
179. Севастьянова С.Н. Биоэнергетика. Древесные (топливные) гранулы. Вестн. Оренбургского гос. ун-та. Оренбург: ГОУ ВПО ОГУ, 2009. № 10. С. 133 – 138.

180. Седукова Г.В., Самусев А.М., Козлова Л.И. Сорго – перспективная кормовая культура на загрязненных радионуклидами землях. Белорусское сельское хозяйство. 2009. № 11. С. 53–54.
181. Середа В. Резервная культура для производства сахара и не только. Зерно. 2011. № 09(65). С. 39–42.
182. Середа В.І. Селекція цукрового сорго – резерв фітоенергетики. Цукрові буряки. 2012. №4. С.16-17.
183. Сидоров Ю.Н. Особенности возделывания сорго в Оренбургской области. Кукуруза и сорго. 1997. № 3. С.13-16.
184. Сичук Л.В. Виробництво біопалива: вплив мінеральних добрив та ширини міжрядь на продуктивність цукрового сорго. Цукрові буряки. 2012. №4. С.15-16.
185. Сінченко В.М., Гументик М.Я., Бондар В.С. Класифікація видів біопалива та перспективи їх виробництва в Україні. Біоенергетика 2014. №1 С.5-6.
186. Сорго. Інтенсивна технологія вирощування польових і кормових культур. Рослинництво К.: Вища школа, 1990. С.61–63.
187. Сорокин В.А. Вопросы возделывания сорго в орошении. Степные просторы. 1968. № 5. С. 34-35.
188. Сторожик Л.І. Перспективи вирощування сорго цукрового як альтернативного джерела енергії. Цукрові буряки. 2011. №2. С.20-21.
189. Сторожик Л.І., І.О. Сергеева Моніторинг агрофітоценозів соргового поля. Зб. наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. 2012. № 14. С. 345–348.
190. Сьогодні цукрове сорго варто розглядати як високорентабельну альтернативу кукурудзі і цукровому буряку. [за матеріалами ред. М. І. Перевертун]. 2014 № 1 С.86-87.
191. Тараріко Ю.О. Біоенергетичне аграрне виробництво в Лісостепу України. Вісн. аграр. науки. 2011. № 7. С.9-13.

192. Технология создания сортов, возделывания и использования сорго: [сб. науч. тр. / под ред. П.А. Мангуш и др.]. Зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 1990. 145 с.
193. Тохтаров В. П. Продуктивность и питательность сорговых культур. Кукуруза и сорго. 1992. № 3. С. 29–30.
194. Устенко Г.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах как основа формирования высоких урожаев. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. М.: АН СССР. 1963. С.37-69.
195. Фарафонов В.А., Зозуля О.Л. Сорго завойовує світ. Агроном. 2007. № 1. С.24.
196. Федорович Г.Т. Урожайність і якість соризу залежно від ланки сівозміни, строку сівби та системи живлення в умовах Півдня України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09«Рослинництво» / Г.Т.Федорович. Х., 2010. 20 с.
197. Фирсов И.П., Соловьев А.М., Трифонова М.Ф. Технология растениеводства. М.: Колос, 2005. С.275–281.
198. Хелемский М.З., Кряквина С.П. Еще раз о сахарном сорго. Сахарная промышленность. 1987. № 9. С.53–55.
199. Цаган-Манджиев Н.Л., Гольдварг Б.А., Грициенко В.Г. Лучшие сорта в производство. Элиста. АПП «Джангр», 2004. 64с.
200. Черенков А.В., Шевченко М.С., Дзюбецький Б.В. Соргові культури: технологія, використання, гібриди та сорти. Д.: Центр наукового забезпечення агропромислового виробництва Дніпропетровської області, 2011. 63с.
201. Чернелівська О.О., Деркач В.С. Вплив системи захисту від бур'янів на урожайність та вихід біопалива із сорго цукрового. Біоенергетика. 2014. № 1. С.21-22.
202. Черчель В.Ю., Боденко Н.А., Яланський О.В. та ін. Соргові культури: технологія, використання, гібриди та сорти; за ред. О.К. Клименко. Д.: Інститут сільського господарства степової зони НААН, 2011 63 с.
203. Чубко О. Сорго: унікальна культура. Агросектор. 2007. № 5. С.22–24.

204. Шаповал А.Г. Сорго. М.; Л.: Сельхозгиз, 1931.134с.
205. Шевелуха В.С., Блиновский И.А. Состояние и перспективы исследований и применения фиторегуляторов в растениеводстве. Регуляторы роста растений. М.: Агропромиздат. 1990. С. 6 -35.
206. Шевелуха, В.С., Ковалев В.М., Груздев Л.Г. Регуляторы роста растений в сельском хозяйстве.Вестник с.-х.- науки. 1985. № 9. С. 57-65.
207. Шепель Н.А. Потенциал сорговых культур. Кукуруза и сорго. 1993. № 1. С.4–6.
208. Шепель Н.А. Сорго / Н.А. Шепель. – Волгоград: Комитет по печати, 1994.–448 с.
209. Шепель Н.А. Соргові культури просяться на поля України. Агроном. 2004. № 2. С.12-15.
210. Шилин, А.В. Эффективное использование мелиоративного фонда в обеспечении устойчивого развития АПК в аридной зона России [Текст] /А.В. Шилин, В.В. Мелихов //Научные основы эффективности использования орошаемых земель аридных территорий России. Волгоград, 2007. С.9-12.
211. Шорин П.К., Т.Б.Басаев Интенсификация возделывания сорго в системе сухого земледелия Северного Кавказа. Владикавказ, 2003. 127с.
212. Шорин П.М. Сахарное сорго. М: Колос, 1976. 78 с.
213. Шорин П.М. Сорго на Северном Кавказе. Кукуруза сорго. 1989. №1. С.28-30.
214. ШоринП.М. Технология возделывания и использования сахарного сорго. М. : Россельхозиздат, 1986. 87 с.
215. Шпаков А.С. Основные направления развития и научное обеспечение полевого кормопроизводства в современных условиях. Кормопроизводство, 2007. №5. С. 8-11.
216. Эдвардс Дж., Уокер Д.Фотосинтез С3 и С4 растений: механизмы и регуляция. М.: Мир,1986. 590 с.
217. Яланський О., Байса І., Середа В. Сьогодні в Україні є багато вітчизняних сортів та гібридів цукрового сорго. Зерно і хліб. 2012. №3. С.60-61.

218. Яланський О.В., Остапенко С.М., Серета В.І. Перспективи впровадження високопродуктивних гібридів цукрового сорго у біоенергетику. Наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. 2013. Вип.19. С.124-127.

219. Яланський О.В., Самойленко А.Т., Федоренко Е.М. Насіння соргових культур. Агробізнес сьогодні. 2014. № 4. С.32-41.

ДОДАТКИ

АКТ

впровадження науково-технічного досягнення як результат завершеної науково-дослідницької роботи (НДР)

1. Назва НДР, що впроваджується: **ОПТИМІЗОВАНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЦУКРОВОГО.**

2. Якою науково-дослідною установою одержано НДР, що впроваджується та його автори: **Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, Музика О.В.**

3. Де проводилось впровадження (назва та адреса господарства): **ДПД "Саливонківське", Київська обл., Васильківський р-н, смт. Гребінки.**

4. Рік і обсяг впровадження (план/фактично): **у 2018 році план 20 га, фактично 20 га.**

5. Отримано фактичний економічний ефект від впровадження на одиницю обсягу (га) і на весь обсяг впровадження: застосування оптимізованої технології, що полягало у вирощуванні гібриду Довіста з шириною міжрядь 45 см та густотою рослин 250 тис. шт./га та обробки насіння стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/т) + позакореневого застосування в фазу кущення (0,5 л/га) сприяло зростанню рентабельності на 94,0 %, прибутку від оптимізації – на 17470 грн./га, коефіцієнту енергетичної ефективності на 6,6 одиниць. З усієї площі впровадження отримано вихід енергії на рівні 10778 ГДж або ж додатковий прибуток в розмірах 349,4 тис. грн.

6. Відповідальні за впровадження (ПП, посада):

Від наукової установи: **здобувач Музика О.В.**

Від господарства: **директор Фурман В.А.**

