

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

БОЙКО МИКОЛА ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 633.17:631.527.5:631.5(477.7)

ДИСЕРТАЦІЯ
АГРОБІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ
ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ СОРГО ЗЕРНОВОГО В
ПІВДЕННОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

06.01.09 «Рослинництво»

06 - Сільськогосподарські науки

Подається на здобуття наукового ступеня

кандидата сільськогосподарських наук

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



М.О. Бойко

Науковий керівник: доктор сільськогосподарських наук, професор
Базалій Валерій Васильович

Херсон - 2017

ЗМІСТ

	Стор.
АНОТАЦІЯ	4
ВСТУП	14
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ВІТЧИЗНЯНОГО ТА ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ В РЕАЛІЗАЦІЇ БІОЛОГО-ЕКОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЗЕРНОВОГО СОРГО ТА ЕЛЕМЕНТІВ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРИ	22
1.1. Історичні аспекти і сучасний стан світового та вітчизняного виробництва зернового сорго, його роль у формуванні зернового комплексу	22
1.2. Агробіологічні та екологічні передумови вирощування культури в умовах недостатнього природного зволоження	28
1.3. Аналіз сучасного сортового і гібридного складу зернового сорго в контексті відповідності екологічним умовам зони вирощування й агроекологічна оцінка елементів існуючих агротехнологій	37
Висновки до розділу 1	53
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	55
2.1. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов зони проведення досліджень	55
2.2. Схеми дослідів і програма наукового дослідження основних елементів технології вирощування зернового сорго	65
2.3. Методика проведення досліджень і особливості агротехніки в досліді	69
Висновки до розділу 2	75
РОЗДІЛ 3 ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ СОРГО ЗЕРНОВОГО В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД СТРОКІВ СІВБИ І ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН	76

3.1. Вплив факторів, що вивчалися в досліді, на фенологічні показники гібридів зернового сорго	76
3.2. Аналіз біометричних параметрів росту і розвитку рослин культури, зумовлених строками сівби та загущеністю агроценозу	84
3.3. Водоспоживання гібридів сорго зернового в залежності від строків сівби та густоти стояння рослин	104
3.4. Оцінка впливу досліджуваних факторів на основні структурно-морфологічні показники врожаю зернового сорго	108
Висновки до розділу 3	117
РОЗДІЛ 4 АНАЛІЗ ПРОДУКТИВНИХ ОЗНАК ГІБРИДІВ СОРГО ЗЕРНОВОГО, ЗУМОВЛЕНИХ ЕЛЕМЕНТАМИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ	119
4.1. Вплив строків проведення сівби та загущеності стеблостою на зернову продуктивність гібридів культури	119
4.2. Аналіз господарськоцінних ознак і якісних показників зерна сорго в залежності від факторів, що досліджувалися	127
4.3. Математичне моделювання впливу елементів технології вирощування на формування врожайності гібридів сорго зернового з використанням методу штучних нейронних мереж	133
Висновки до розділу 4	147
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРИ	150
5.1. Аналіз економічної ефективності вирощування гібридів зернового сорго	150
5.2. Біоенергетична ефективність виробництва зерна культури	156
Висновки до розділу 5	162
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	164
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	168
ДОДАТКИ	195

АНОТАЦІЯ

Бойко М.О. Агробіологічне обґрунтування елементів технології вирощування гібридів сорго зернового в Південному Степу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук по спеціальності 06.01.09 – рослинництво. - Державний вищий навчальний заклад «Херсонський державний аграрний університет», Херсон, 2017.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне обґрунтування та результати експериментальних досліджень з визначення оптимальних строків сівби та густоти стояння рослин гібридів сорго зернового Сонцедар, Прайм, Бургго, Спринт W, Даш Е, Таргга і впливу регуляторів росту на ріст і розвиток рослин, урожайність та якість зерна в умовах Південного Степу. Всебічний аналіз стану виробництва зерна сорго в Україні свідчить про значний рівень невикористаного агробіологічного та виробничого, економічного потенціалу культури, а екологічні властивості сорго зернового повною мірою відповідають агрокліматичним умовам зони Південного Степу.

Тривалість вегетаційного періоду гібридів сорго зернового за різних строків сівби, насамперед залежить від генотипу. За пізнього строку сівби (14-16⁰С на глибині загортання насіння) тривалість окремих міжфазних періодів, порівняно із сівбою в ранній термін (8-10⁰С), скорочувалася на 2-3 дні, що пов'язано з підвищенням значень середньодобових температур в другу половину вегетації культури (починаючи з фази цвітіння). Застосування стимулятора росту покращує термопротекторні властивості рослинного організму і сприяє зменшенню тривалості періоду вегетації гібридів культури на 4-6 днів. Сівба зернового сорго за температури ґрунту 8-10⁰С істотно покращує значення всіх біометричних показників та елементів габітусу рослин: середні показники висоти рослин, коефіцієнту кущистості, площі асиміляційного апарату, маси надземної та кореневої частин рослини за

даного строку сівби істотно перевищує відповідні значення за сівби пізній строк на 24-61%. Водночас, збільшення густоти стояння рослин в стеблостої із 100 до 220 тис. шт./га суттєво зменшує значення вказаних вище критеріїв біометричної оцінки за всіма варіантами гібридів і на фоні обох строків проведення сівби. Максимальні значення біометричних показників відмічені за варіантом гібриду Даш Е. Найбільш оптимальні значення коефіцієнту водоспоживання зафіксовані за раннього строку сівби (8-10⁰С на глибині загортання насіння): максимально економним споживанням вологи на формування одиниці генеративної маси характеризувалися гібриди Сонцедар за густоти стояння рослин 140 тис. шт./га (289 м³/т) та Даш Е за густоти стояння рослин 180 тис. шт./га. (291 м³/т).

Елементи пробного снопу, а саме: довжина волоті, її маса, маса зерна в одній волоті, маса 1000 зерен, характеризуються чіткою тенденцією до зменшення із збільшенням ступеня загушення агроценозу за всіма гібридами культури. Аналогічно, проведення сівби культури в більш пізній термін істотно погіршує значення всіх структурних показників пробного снопу в перерізі гібридів сорго зернового, що досліджувалися. Лідером за показником M_{1000} в середньому по досліді визнаний гібрид Сонцедар, 1000 зерен якого в середньому за роки проведення досліджень за раннього строку сівби важили 19,4 г, за пізнього – 17,5 г.

За роки досліджень максимальною врожайністю зерна на рівні 6,54-6,69 т/га характеризувалися гібриди сорго зернового Сонцедар і Даш Е за раннього строку сівби і густоти стояння рослин 140-180 тис. шт./га. За пізнього строку сівби ці ж гібриди продемонстрували найвищу продуктивність на рівні 4,0 т/га за густоти стояння 180 та 220 тис. шт./га. Застосування 0,01% розчину бурштинової кислоти в якості стимулятора росту в фазу формування волоті культури забезпечує прибавку врожаю гібридів сорго зернового на рівні 12-15% та прискорює дозрівання зерна на 7-8 днів. Стійкість сорго зернового до вилягання рослин та обсіпання насіння не залежить від генетичних особливостей гібриду і строку проведення сівби,

а в певній мірі зумовлюється густотою стояння рослин в агрофітоценозі. Із зростанням рівня загущеності посіву від 100 до 180 тис. шт./га за раннього строку посіву всі гібриди характеризуються високим ступенем стійкості до основних фітопатогенів, характерних для агроценозу зернового сорго. За базисними якісними показниками врожаю (вміст в зерні пластичних речовин: протеїну та крохмалю) лідерами в досліді визнані гібриди Прайм і Даш Е (відповідно, 11,3 і 11,1% білку), за вмістом крохмалю – Сонцедар (71,9%).

Результати математичне моделювання процесу формування врожайності зерна сорго зернового за різних умов вирощування свідчать, що найвищими адаптивними можливостями відносно комплексу абіотичних і біотичних умов Південного Степу характеризується гібрид Даш Е, добру адаптивну можливість також мають гібриди Сонцедар і Таргга. Впровадження технології вирощування гібридів сорго зернового показало, що найбільший вплив на прибутковість мав ранній строк сівби. Як за раннього, так і за пізнього строків сівби, найбільший умовний чистий прибуток (5,1-12,9 тис. грн/га) з рівнем рентабельності 65-148% отримано за варіантом вирощування гібриду Даш Е з густотою стояння рослин 180 тис. шт./га. Енергетична ефективність вирощування зазначеного гібриду за раннього строку сівби при аналогічному загущенні посіву була найвищою порівняно с другими гібридами сорго зернового. При цьому енергетичний коефіцієнт ефективності був вищим з-поміж усіх варіантів досліду (2,90), що впритул наближує запропоновану технології виробництва товарного зерна сорго до сучасних вимог ресурсо і енергозаощадження.

Ключові слова: сорго зернове, гібриди, строки сівби, стимулятор росту, густота стояння рослин, врожайність і якість зерна, математичне моделювання, економічна та енергетична ефективність технології вирощування.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Базалій, В.В., Бойко М.О., Алмашова В.С., Онищенко С.О. Рослинницькі аспекти та агроекологічні засади вирощування сорго зернового на Півдні України / Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Вип. 91. Херсон: Грінь Д.С., 2015. С. 3-6. *(Здобувач провів експериментальні дослідження, узагальнив та проаналізував результати)*
2. Бойко М.О. Формування асиміляційного апарату гібридів сорго зернового в залежності від строків сівби та густоти посівів / Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Вип. 97. Херсон: Грінь Д.С., 2017. С. 18-22.

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

3. Boiko M.O. The impact of crop density and sowing time on the yield structure of grain sorghum hybrids / Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Агрономія» / Редкол.: С.М. Ніколаєнко (відп. ред.) та ін. К.: ВЦНУБіП України, 2016. Вип. 235. С. 33-39.
4. Бойко М.О. Вплив густоти посіву та строків сівби на продуктивність гібридів сорго зернового в умовах Півдня України / Вісник аграрної науки Причорномор'я. Вип. 3(91). 2016. С. 96-104 .
5. Бойко М.О. Використання нелінійних нейронних мереж для моделювання урожайності сорго зернового в умовах південного Степу України / Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Дніпропетровськ, 2016. Вип. №2 (40). С. 118-125 .

Стаття у науковому виданні іншої держави:

6. Бойко М.О. Обґрунтування агротехнічних прийомів вирощування сорго зернового в умовах Півдня України / Sciences of Europe: Global science center LP. 2016. Vol 4, №5 (5). P. 62-65.

Патенти

7. Спосіб підвищення врожайності трав'янистого сорго на насіння в умовах південного Степу України без зрошення. Патент на корисну модель / М.О. Бойко, Л.О. Бойко. № u 2016 07534. Бюл. №3, 10.02.2017.
8. Спосіб підвищення врожайності сорго зернового в умовах південного Степу України. Патент на корисну модель / М.О. Бойко - позитивне рішення від 13.04.2017 по заявці № 201613604 від 29.12.2016р.

Авторське свідоцтво

9. А.с. №66244. Сучасні аспекти технології вирощування сорго зернового на Півдні України / Бойко М.О. – 22.06.2016.

Тези конференцій

10. Бойко М.О. Перспективи виробництва сорго зернового на Півдні України / Modern scientific researches and developments: theoretical value and practical results. 2016: materials of international scientific and practical conference (Bratislava, 15-18 March 2016). К.: LLC «NVP» Interservice», 2016. Р. 23-24.
11. Бойко М.О. Аналіз структури врожаю гібридів сорго зернового при різних густотах посівів за двох строків сівби / «Онтогенез – стан проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах»: Зб. тез міжнародної конференції. Херсон: РВЦ «Колос», 2016. С. 79-80.
12. Бойко М.О. Сорго зернове – гарант стабілізації зерновиробництва / «Актуальні питання сучасної аграрної науки»: Зб. тез IV міжнародної науково-практичної конференції. Умань, 2016. С. 25-26.
13. Бойко М.О. Економічна ефективність виробництва сорго зернового в умовах Півдня України / «Теорія та практика менеджменту: реалії і перспективи розвитку»: Зб. тез всеукраїнської науково-практичної конференції. ДВНЗ «ХДАУ», 2016. С. 37-41.

SUMMARY

Boiko M.O. Agro-biological substantiation of the elements of grain sorghum production technology in the Southern Steppe of Ukraine. – Manuscript.

Thesis for a candidate degree in agriculture in the speciality 06.01.09 – plant cultivation. State higher education institution «Kherson state agricultural university», Kherson, 2017.

The dissertation represents theoretical substantiation and results of the experimental research on determining optimal sowing times and crop stand density of the grain sorghum hybrids Sontsedar, Praim, Burhho, Sprynt W, Dash E, Tarhha and the impact of growth regulators on the crop growth and development, grain yield and quality under conditions of the Southern Steppe. A thorough analysis of the condition of sorghum grain production in Ukraine proves a considerable level of unused agro-biological, technical and economic potential of the crop and ecological properties of grain sorghum fully correspond to agro-climatic conditions of the Southern Steppe Zone.

The length of the growing season of grain sorghum hybrids under different sowing times mainly depends on the genotype. Under late sowing times (14–16⁰С at the depth of covering the seed) the length of certain periods between stages, as compared to early sowing times (8–10⁰С), decreased by 2–3 days, it is connected

with the increase in the value of average daily temperatures in the second half of the crop growing season (starting from the flowering stage). The application of the growth stimulator improves thermo-protective properties of the crop organism and contributes to the decrease in the length of the growing season of the crop hybrids by 4–6 days. Sowing grain sorghum under the soil temperature of 8–10⁰C substantially improves the value of all biometric indices and the elements of the crop habitus: the average indices of the crop height, the coefficient of bushiness, the area of assimilation apparatus, the mass of the crop over-ground and root parts under these sowing times substantially exceeds the respective value under late sowing times by 24–61%. At the same time, the increase in the crop stand density from 100 to 220 thousand pieces per hectare substantially reduces the value of the above mentioned criteria of the biometric evaluation by all the variants of the hybrids and at the background of both sowing times. The maximum value of biometric indices was obtained by the variant of the hybrid Dash E. The most optimal value of the water consumption coefficient was recorded under early sowing times (8–10⁰C at the depth of covering the seed): maximally economical water consumption for gaining a unit of generative mass was characteristic of the hybrids Sontsedar under the crop stand density of 140 thousand pieces per hectare (289 m³/t) and Dash E under the crop stand density of 180 thousand pieces per hectare (291 m³/t).

Such elements of the specimen sheaf as the panicle length, its weight, the weight of grain in one panicle, the weight of 1000 grains are characterized by a clear tendency to decreasing and an increase in the densification rate of agrocoenosis in all the crop hybrids. Similarly, sowing the crop at a later date substantially worsens the value of all the structural indices the specimen sheaf of the grain sorghum hybrids under investigation. The leader by the index M_{1000} on the average in the experiment is the hybrid Sontsedar, its 1000 grains weighed 19.4 g under early sowing times and 17.5 g under late sowing times on the average for the years of the research.

For the years of the research the maximum grain yield at the rate of 6.54–6.69 t/ha was characteristic of the grain sorghum hybrids Sontsedar and Dash E under early sowing times and the crop stand density of 140–180 thousand pieces per hectare. Under late sowing times these hybrids showed the highest productivity at the rate of 4.0 t/ha under the crop stand density of 180 and 220 thousand pieces per hectare. The application of 0.01% of succinic acid solution as a growth stimulator during the stage of the crop panicle formation ensures the increase in the yield of the grain sorghum hybrids at the rate of 12–15% and accelerates the grain maturation by 7–8 days. The resistance of grain sorghum to lodging and seed scattering does not depend on the hybrid genetic peculiarities and sowing times, and it is stipulated by the crop stand in agrophytocoenosis to some extent. With the crop densification rate increasing from 100 to 180 thousand pieces per hectare under early sowing times all the hybrids are characterized by a high rate of resistance to main phytopathogens, characteristic of grain sorghum agrocoenosis. According to the basic yield qualitative indices (the content of fluent substances in grain: protein and starch) the hybrids Praim and Dash E are considered to be leaders in the experiment (respectively 11.3 and 11.1% of protein), and Sontsedar is a leader according to starch content (71,9%).

The results of mathematical modeling of the process of the yield formation of grain sorghum under different growing conditions prove that the hybrid Dash E is characterized by the best adaptive capabilities with regard to the complex of abiotic and biotic conditions of the Southern Steppe, the hybrids Sontsedar and Tarhho also have good adaptive capacities. The implementation of the technology of cultivating grain sorghum hybrids showed that early sowing times had the greatest impact on profitability. Under both early and late sowing times the greatest nominal net profit (5.1–12.9 thousand UAH/ha) with the profitability level of 65–148% was obtained with the variant of growing the hybrid Dash E with the crop stand density of 180 thousand pieces per hectare. The energy efficiency of growing this hybrid under early sowing times with similar densification of the crops was the highest as compared to other grain sorghum hybrids. In this case the energy

coefficient of efficiency was the highest among all the variants of the experiment (2.90) that brings the suggested technology of cash sorghum grain closer to the modern requirements of saving resources and energy.

Key words: grain sorghum, hybrids, sowing times, growth stimulator, crop, grain yield and quality, mathematical modeling, economic and energy efficiency of production technology..

The List of the Recipient's Published Works:

Papers in Ukrainian Scientific Professional Journals

1. Bazalii V.V., Boiko M.O., Almashova V.S., Onyshchenko S.O. Roslynnnytski aspekty ta ahroekolohichni zasady vyroshchuvannia sorho zernovoho na Pivdni Ukrainy / Tavriiskyi naukovi visnyk: Naukovi zhurnal. Vyp. 91. Kherson: Hrin D.S., 2015. S. 3-6. (*The recipient conducted the experimental research, summarized and analyzed the results*).
2. Boiko M.O. The impact of crop density and sowing time on the yield structure of grain sorghum hybrids / Naukovi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriiia «Ahronomiia» / Redkol.: S. M. Nikolaienko (vidp. red.) ta in. K. : VTsNUBiP Ukrainy, 2016. Vyp. 235. S. 33-39 .

Papers in Ukrainian Scientific Professional Journals, listed in International

Indexing Databases

3. Boiko M.O. Vplyv hustoty posivu ta strokiv sivby na produktyvnist hibrydiv sorho zernovoho v umovakh Pivdnia Ukrainy / Visnyk ahrarynoi nauky Prychornomia. Vyp. 3(91). 2016. S. 96-104 .
4. Boiko M.O. Vykorystannia neliniinykh neuronnykh merezh dlia modeliuvannia urozhainosti sorho zernovoho v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy / Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnogo ahraryno-ekonomichnoho universytetu. Dnipropetrovsk, 2016. Vyp. №2 (40). S. 118-125 .

5. Boiko M.O. Formuvannia asymiliatsiinoho aparatu hibrydiv sorho zernovoho v zalezhnosti vid strokiv sivby ta hustoty posiviv / Tavriiskyi naukovyi visnyk: Naukovyi zhurnal. Vyp. 97. Kherson: Hrin D.S., 2017. S. 18-22 .

Papers in Scientific Periodicals of Other Countries

6. Boiko M.O. Obhruntuvannia ahrotekhnichnykh pryiomiv vyroshchuvannia sorho zernovoho v umovakh Pivdnia Ukrainy / Sciences of Europe: Global science center LP. 2016. Vol 4, №5 (5). P. 62-65 .

Patents

7. Sposib pidvyshchennia vrozhaivosti travianystoho sorho na nasinnia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy bez zroshennia. Patent na korysnu model / M.O. Boiko, L.O. Boiko. № u 2016 07534. Biul. №3, 10.02.2017 .
8. Sposib pidvyshchennia vrozhaivosti sorho zernovoho v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy. Patent na korysnu model / M.O. Boiko - pozytyvne rishennia vid 13.04.2017 po zaiavtsi № 201613604 vid 29.12.2016 r.

Author's Certificates

9. A.s. №66244. Suchasni aspekty tekhnolohii vyroshchuvannia sorho zernovoho na Pivdni Ukrainy / Boiko M.O. – 22.06.2016 .

Conferences Reports

- 10.Boiko M.O. Perspektyvy vyrobnytstva sorho zernovoho na Pivdni Ukrainy / Modern scientific researches and developments: theoretical value and practical results. 2016: materials of international scientific and practical conference (Bratislava, 15-18 March 2016). K.: LLC «NVP» Interservice», 2016. P. 23-24 .
- 11.Boiko M.O. Analiz struktury vrozhaivu hibrydiv sorho zernovoho pry riznykh hustotakh posiviv za dvokh strokiv sivby / «Ontohenez – stan problemy ta

- perspektyvy vyvchennia roslyn v kulturnykh ta pryrodnykh tsenozakh»: Zb. tez mizhnarodnoi konferentsii. Kherson: RVTs «Kolos», 2016. S. 79-80
- 12.Boiko M.O. Sorho zernove – harant stabilizatsii zernovyrobnytstva / «Aktualni pytannia suchasnoi ahrarnoi nauky»: Zb. tez IV mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii. Uman, 2016. S. 25-26 .
- 13.Boiko M.O. Ekonomichna efektyvnist vyrobnytstva sorho zernovoho v umovakh Pivdnia Ukrainy / «Teoriia ta praktyka menedzhmentu: realii i perspektyvy rozvytku»: Zb. tez vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii. DVNZ «KhDAU», 2016. S. 37-41 .

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасні кліматичні трансформації змушують сільгосптоваровиробників все частіше переглядати концепції та практичні підходи до формування спектру культур агроценозів, спроможних забезпечувати отримання стабільних і економічно вигідних урожаїв у все більш жорстких за значенням гідротермічного коефіцієнту умовах [2, 40, 66, 116].

За сучасних умов аграрного виробництва України, надзвичайно важливого значення набуває перспектива реалізації агробіологічного та виробничого потенціалу соргових культур, їх інтродукції, виробництва, споживання та використання. Серед ботанічних видів, що складають зазначену групу культур, окреме місце слід відвести зерновому сорго, котре в умовах жорсткого гідротермічного коефіцієнту, прогресуюче зменшення значення котрого є все більш типовим для Півдня та Південного Сходу України, здатне формувати стійкі та економічно доцільні врожаї зерна з показниками якості, що дозволяють його багатовекторне використання. Останнім часом культура все частіше асоціюється не стільки із харчовим або кормовим використанням, а з істотним джерелом сировини для виготовлення біоетанолу [11, 39, 49, 192].

Проте, на наш погляд, найвагомим аргументом більш інтенсивного залучення до агроценозів Південного Степу зазначеної культури залишається її надзвичайно висока екологічна пластичність, здатна в несприятливій за значенням гідротермічного коефіцієнту агросезони бути повноцінною альтернативою іншим ярим культурам (ячменю, кукурудзі, соняшнику і навіть просу) [44, 54, 62, 189].

Відтак, чи не єдиним стримуючим фактором збільшення об'ємів виробництва зернового сорго на сьогодні ми вбачаємо невідпрацьованість зональних технологій його вирощування, котрі не повною мірою сприяють

реалізації врожайного потенціалу нових сортів і гібридів культури, неповну відповідність агротехніки вирощування їх біологічним особливостям. За дієвий важіль впливу на зазначену проблему ми вбачаємо вдосконалення елементів агротехніки культури з метою приведення їх у відповідність до біологічних особливостей конкретного сорту чи гібриду, що дозволить максимально використовувати його продуктивний потенціал [57, 73, 224].

Базисні елементи зональної технології вирощування зернового сорго з метою отримання високих і сталих урожаїв зерна вивчалася багатьма вітчизняними і зарубіжними науковцями (Алабушев А.В., Коваленко А.М, Курило В.Л., Макаров Л.Х., Малиновський Б.Н., Олексенко Ю.Ф., Самойленко А.П., Шепель Н.А., Шорин П.М., Щербаков В.Я., Яланський О.В., Charles-Edwards D.A., Ferraris R. A., Eastin I.D. та ін.) [1, 6, 15, 184, 225, 265]. Проте, на сьогодні до арсеналу виробників надійшли нові сучасні сорти і гібриди цієї культури, реакція яких на такі дієві фактори формування продуктивності, як строки сівби і густота стояння рослин, вивчені досить фрагментарно і неакцентовано. Актуальність вказаних проблем, їх недостатній рівень наукового обґрунтування, певні розбіжності в практичних підходах і методах реалізації визначили наукову доцільність, практичну значущість, тему, мету і завдання дисертаційного дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Наукові експериментальні дослідження, що сформували основу дисертаційного матеріалу, були складовою частиною тематичного плану НДР Державного вищого навчального закладу «Херсонський державний аграрний університет» в період 2013-2015 рр. за темою «Розробка та впровадження технологій вирощування основних сільськогосподарських культур (пшениця озима м'яка, пшениця яра, пшениця альтернативного типу, кукурудза, соняшник, сорго)» (номер державної реєстрації №0114U002494), де автор був безпосереднім виконавцем досліджень. В

межах зазначеної наукової тематики автором було окреслено й обґрунтовано наукові й агротехнічні основи росту, розвитку, формування зернової продуктивності гібридами зернового сорго за їх вирощування у незрошуваних агрофітоценозах півдня України. Зазначені розробки спрямовані на оптимізацію агроекологічних умов вирощування культури, збільшення рівня реалізації її біологічного потенціалу, покращення умов функціонування регіонального та загальнодержавного ринку зернової сировини.

Мета й завдання досліджень. Головною метою роботи є комплексне дослідження наукових та практичних засад формування продуктивності, особливостей росту і розвитку, адаптивних властивостей та конкурентоздатності рослин сучасних гібридів зернового сорго, агробіологічне обґрунтування та розробка на цій основі оптимальних параметрів площі живлення рослин за різних строків сівби культури з подальшою інтенсифікацією виробництва товарного зерна і підвищенням ефективності функціонування зернового підкомплексу регіону.

Досягнення поставленої мети реалізовано шляхом вирішення наступних завдань:

- проаналізувати сучасний стан і тенденції, окреслити вектори і перспективи розвитку загальносвітового та вітчизняного виробництва сорго зернового в контексті агроекологічних умов регіону;
- провести всебічну агроекологічну оцінку сучасного гібридного складу культури, визначити перспективні зразки для вирощування в зоні Південного Степу з урахуванням відповідності їх адаптивних властивостей екологічним умовам даної зони;
- дослідити особливості процесів росту та розвитку гібридів сорго за різної густоти стояння рослин і строків сівби в умовах півдня України;

- визначити залежність основних фенологічних, біометричних, структурно-морфологічних та адаптивних показників гібридів зернового сорго від строків проведення сівби та густоти стояння рослин;
- встановити водоспоживання агроценозу зернового сорго і коефіцієнт водоспоживання окремих гібридів, зумовлені різними строками сівби та площею живлення, впродовж періоду вегетації культури;
- з'ясувати вплив факторів, що досліджувалися, на врожайність зерна гібридів сорго зернового і його основні господарськоцінні ознаки і якісні показники;
- дати оцінку економічній і енергетичній ефективності вирощування гібридів сорго зернового в умовах півдня України.

Об'єкт досліджень – процеси росту, розвитку і формування зернової продуктивності, господарськоцінні ознаки та якісні показники врожаю гібридів зернового сорго залежно від технологічних прийомів вирощування, що досліджувалися.

Предмет дослідження – комплекс наукових та практичних аспектів розширення можливостей функціонування та розвитку сировинної бази регіонального та державного зернового підкомплексу; гібриди сорго зернового: Сонцедар, Прайм, Бургго, Спринт W, Даш Е та Таргга; елементи технології вирощування: строки сівби культури та густота стояння рослин.

Методи досліджень. Задля всебічного та об'єктивного вирішення завдань наукових досліджень, в роботі були використані наступні методи: історичний – з метою ретроспективного узагальнення практики вирощування культури в Україні та за кордоном, розробок вітчизняних та зарубіжних авторів у питанні наукового обґрунтування та практичного забезпечення технологій вирощування зернового сорго; польовий короткотривалий двох та трьохфакторний дослід – для визначення врожайності, забезпечення біометричних спостережень та супутніх досліджень; лабораторний – з метою встановлення якісних параметрів

зерна сорго, аналізу окремих супутніх даних; розрахунковий – в разі встановлення істинних критеріїв норм висіву та доз росторегулюючого препарату, оцінки економічної та біоенергетичної ефективності елементів технології, що вивчалися; статистичний – проведення дисперсійного аналізу і статистичного обробітку врожайних даних та результатів супутніх спостережень; розрахунково-конструктивний, прогнозування та моделювання – при створенні моделей, що відображають структурні зміни та причинно-наслідкові взаємозв'язки в разі дискретного характеру показників технологічних прийомів вирощування сорго зернового, вивчення й обґрунтування способів отримання високих та сталих врожаїв культури.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в обґрунтуванні наукових принципів та практичних рекомендацій щодо розв'язання наукової проблеми розробки окремих технологічних прийомів вирощування гібридів зернового сорго, розширення номенклатури альтернативних зернових культур пізньої ярої групи і як наслідок, продуктивності агроландшафтів зони Південного Степу та забезпечення сировиною вітчизняного зернового підкомплексу. До найбільш вагомих результатів, що характеризують наукову новизну дисертаційного дослідження, зокрема, належать:

вперше:

- розроблені наукові та практичні засади переведення виробництва зернового сорго на гібридну основу, що дає можливість розширити варіативність і можливості сільгосптоваровиробників;
- зроблена всебічна агробіологічна оцінка сучасного гібридного складу культури відносно відповідності комплексу абіотичних і біотичних умов, яка дозволяє окреслити потенційні можливості гібриду та ступінь його ресурсного забезпечення в конкретних виробничих умовах Південного Степу України, визначені закономірності формування їх урожайності під впливом агротехнічних та екологічних факторів;

- для моделювання формування врожайності гібридів сорго зернового використано метод штучних нейронних мереж, за результатом оцінки чутливості нейромережі здійснено ранжування факторів на вплив динаміки формування врожайності;

- дана комплексна агробіологічна оцінка сучасним біологічно-активним речовинам крізь призму їх впливу на кількісно-якісні показники врожаю сорго зернового;

удосконалено:

- наукові принципи, а також практичні засади отримання стабільних урожаїв зернового сорго з високими якісними показниками на основі поєднання базисних операцій посівного блоку технології вирощування культури, а саме: строків сівби і густоти стояння рослин в агроценозі, розроблено математичні моделі врожайності культури в залежності від зазначених агроприйомів;

- економічну та біоенергетичну оцінку ефективності виробництва зерна сорго в незрошуваних умовах Південного;

набули подальшого розвитку:

- підходи до обґрунтування доцільності вирощування сучасних гібридів зернового сорго в агрокліматичних умовах, що характеризуються жорстким гідротермічним коефіцієнтом, визначення та оптимізації водоспоживання культури;

- питання управління процесами формування врожайності і технологічної якості зерна сорго залежно від елементів технології вирощування.

Практичне значення одержаних результатів. Наукові положення та практичні аспекти, висновки та пропозиції, що знайшли відображення в дисертаційній роботі, спрямовані на вдосконалення процесів, пов'язаних із формуванням зернової продуктивності рослинами сорго в незрошуваних умовах Південного Степу. Результати зазначених досліджень становлять практичний інтерес для сільськогосподарських підприємств регіону, що

спеціалізуються на виробництві товарного зерна сорго. Основні положення дисертаційних досліджень були прийняті до використання Департаментом агропромислового розвитку Херсонської облдержадміністрації (довідка №09-293/0/17/019.4 від 20 лютого 2017 р.), результати досліджень були впроваджені автором в сільськогосподарських підприємствах Херсонської області: ПАТ «Фрідом Фарм Інтернешнл» Чаплинського району на площі 80 га (довідка №035 від 17 лютого 2017 р.), Каховського району на площі 60 га (довідка №036 від 17 лютого 2017 р., Горностаївського району на площі 50 га (довідка №037 від 17 лютого 2017 р.); Миколаївської області: ТОВ «ДІОНІСІЙ VN» Вітовського району на площі 90 га (довідка №51 від 14 лютого 2017 р.), агрофірмі «Авангард» Сланецького району на площі 56 га (довідка від 29 листопада 2015 р.). Теоретичні та методичні аспекти дисертаційного дослідження використовуються у навчальному процесі ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» при викладенні дисципліни «Зернові культури» курсу «Рослинництво» на агрономічному факультеті ступеню «Бакалавр», що підтверджується довідкою №76-05/51 від 17 лютого 2017 р.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійною та новою науковою працею, що базується на особисто отриманих автором результатах експериментальних досліджень. Автор особисто брав участь у розробці програми наукових досліджень, дисертантом проведений аналітичний огляд вітчизняної і зарубіжної літератури та електронних ресурсів, самостійно закладений польовий дослід, проведені супутні спостереження, аналізи та дослідження, оброблені отримані в результаті досліджень результати, зроблені системні узагальнення експериментальних матеріалів, встановлено економічну та енергетичну доцільність і ефективність агротехнічних заходів, що ставилися на вивчення. Основні наукові та прикладні аспекти дисертаційного дослідження, висновки та пропозиції розроблено та науково обґрунтовано автором самостійно.

Апробація результатів досліджень. Результати досліджень доповідалися, обговорювалися та отримали позитивну оцінку на ряді науково-практичних конференцій, зокрема: Modern scientific researches and developments: theoretical value and practical results-2016: materials of international scientific and practical conference (Bratislava, 15-18 March 2016); Міжнародна конференція «Онтогенез – стан проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах» (Херсон, 10-11 червня 2016 р.); Всеукраїнська науково-практична конференція «Теорія та практика менеджменту: реалії і перспективи розвитку» (Херсон, 29 червня 2016 р.); Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні питання сучасної аграрної науки» (Умань, 17 листопада 2016 р.); науково-практичних конференціях професорсько-викладацького складу ДВНЗ «ХДАУ» (2013-2017 рр.).

Публікації. За результатами наукових досліджень, які відображені в дисертаційній роботі, опубліковано 13 наукових праць, у тому числі 5 статей у фахових виданнях, з них 3 статті у наукових фахових виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз даних, 1 в зарубіжному збірнику, 4 в матеріалах конференцій, отримане авторське свідоцтво і 2 патенти.

Об'єм і структура роботи. Дисертаційний матеріал викладений на 223 сторінках машинописного тексту (з них 167 сторінок основного тексту) та складається з анотації, вступу, 5 розділів, висновків і рекомендацій виробництву, додатків і списку використаних літературних джерел. Робота містить 24 таблиці, 30 рисунків, 12 формул і 26 додатків, викладених на 26 сторінках. Список використаних літературних джерел включає 289 найменувань на 27 сторінках, у тому числі – 48 латиницею і 12 посилань на електронні ресурси.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ВІТЧИЗНЯНОГО ТА ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ В РЕАЛІЗАЦІЇ БІОЛОГО-ЕКОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЗЕРНОВОГО СОРГО ТА ЕЛЕМЕНТІВ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРИ

1.1. Історичні аспекти і сучасний стан світового та вітчизняного виробництва зернового сорго, його роль у формуванні зернового комплексу

Популярність культури зернового сорго в загальносвітовому масштабі підтверджується загальними посівними площами, котрі щороку коливаються в межах 45-51 млн. га з чіткою тенденцією прогресуючого зростання, а серед 85 країн, що вирощують зернове сорго, для майже 38% держав-виробників (здебільшого, розташованих в зоні аридного клімату) воно є ведучою зерною культурою не лише кормового, а й харчового використання [10, 14]. Культура на сьогодні замикає «топ-п'ять» найпоширеніших на планеті зернових культур (пшениця, рис, кукурудза і ячмінь), формуючи в таких країнах, як, наприклад, Ефіопія, Судан, Буркіна-Фасо, Нігерія, більшість штатів Індії, провінцій Китаю продуктову державну політику [20, 33, 156, 248]. Перспективність розширення посівних площ зернового сорго в посушливих і напівпосушливих агрокліматичних районах обумовлюється не лише його високою продуктивністю, а й універсальністю використання: корм з цієї культури можна згодувувати всім видам свійських тварин, зерно за поживною цінністю та багатовекторністю переробки майже не поступається зерну кукурудзи, до того ж на сьогодні культура розглядається як чи не найсуттєвіше джерело отримання біоетанолу [38, 50, 63, 79, 183, 257, 266].

Під впливом зміни клімату сорго набирає більшої популярності в Україні. Якщо раніше до цієї культури відносилися як до джерела зеленої маси, необхідної для забезпечення потреб тваринництва, то наразі нею зацікавилися виробники зерна. Позитивна тенденція у вирощуванні сорго

спостерігається і в світі. Пропозиція цього зерна на світовому ринку з кожним роком постійно зростає [28, 47, 72].

Завдяки високому вмісту білків і вуглеводів, сорго вважається дуже поживним злаком. Присутній в ньому тіамін сприяє поліпшенню апетиту і нормалізації секреції шлунка. Регулярне вживання сорго дозволяє налагодити роботу мозку і серцево-судинної системи. До складу цієї рослини входять найпотужніші антиоксиданти, що захищають організм людини від негативного впливу зовнішніх факторів [96, 102, 144, 213].

Батьківщина сорго – Екваторіальна або Північно-Східна Африка. Похідними центрами походження вважають Індію і Китай, звідки воно було завезено в інші країни. У Індії сорго вирощують з 3-го тисячоліття до нашої ери, у Китаї та Єгипті - з 2-го тис. до н.е. В Європі сорго з'явилося значно пізніше. Проте перша згадка про нього міститься ще в роботі Плінія старшого (23-79 рр.) «Природна історія», де зазначено, що сорго завезено в Рим з Індії. Сорго відвіку вирощують в Середній Азії, на півдні Східної Європи – з XVII століття [68, 206, 214].

У Росії, в республіках Середньої Азії та Казахстані сорго почали вирощувати більше 2,5-3 тис. років тому. Особливого поширення в Росії сорго набуло в Хабаровському і Приморському краях – в районах, що межують з Китаєм [129]. На півдні Росії широке вивчення сорго було розпочато в 1880 році, проте належного поширення в практиці воно не отримало [133]. Активне впровадження сорго в виробництво відноситься до кінця 40-початку-50-х років і в даний час зернове сорго по країні займає площу близько 500 тис. га [174].

З організацією Всеросійського НДІ рослинництва було розпочато роботу зі створення колекції світового різноманіття сорго. Цьому сприяли поїздки Н.І. Вавилова в країни Північної Африки і Ефіопії, П.М. Жуковського – до Туреччини, М.М. Кулешова – в республіки Середньої Азії і ряду співробітників ВІР в інші країни. У результаті колекція сорго поповнилася до 10 тис. зразків [177].

Цінність культури сорго, є в здатності переносити без великих збитків для врожаю періоди посухи і високих температур, ефективно використовувати опади другої половини літа, відновлювати ріст після тривалого безводного періоду і формувати досить високі врожаї, що дозволяє вирощувати її в посушливих зонах, таких як південь України, Молдова, Ростовська область, Ставропольський і Краснодарський краї, Середня Азія, області Середнього і Нижнього Поволжя, Оренбурзька область [86, 175, 199].

Про початковому проникненні сорго в Україну відомостей не збереглося. Відомо, що під назвою «турецького проса» на території України селяни обробляли віничне сорго вже в XIII столітті. Це місцева назва говорить про те, що в Крим та інші області України культура сорго прийшла з Туреччини під час турецьких набігів і російсько-турецької війни. Потрапивши в Україну, сорго поступово пристосовувалося до наших жорстким ґрунтово-кліматичних умов. Дослідники зазначають, що сорго вже більше 250 років тому було відомо в Криму. У польову культуру воно увійшло на початку XX століття [179].

У середині XIX ст. широкого поширення набуло цукрове сорго. В Києві побудували один з перших сорго-цукрових заводів. У період 1888-1890 рр сорго-цукрове виробництво набуло поширення в Криму, Катеринославській, Полтавській та Подільській губерніях, але через слабку вивченість агротехніки і труднощі отримання кристалічного цукру із соку сорго ця галузь незабаром була занедбана [173].

За повідомленням губернського агронома П. Дубровського, досліді по вирощуванню сорго зернового гаолян в Полтавській губернії відносяться до 1888-1889 рр. Насіння сорго, отримане генерал-губернатором Колпаковским з китайської провінції Кульджи, було надіслано їм в Полтаву. П. Дубровський в 1891 р.р. направив насіння в Тираспольський повіт в маєток Леонтєва, який помилково назвав гаолян китайським горохом [211].

Перші досліді з вирощування зернового сорго на корм худобі в південних районах України також відносяться до 80-х років XIX століття.

Організатором їх став видатний діяч агрономії А.І. Ізмаїльський, який близько десяти років пропрацював в землеробському училищі, а потім на Херсонській дослідній станції обробляв хлібне сорго-джуґара. Грунтуючись на результатах вивчення сорго та практиці його освоєння в умовах України, М.М. Кулешов в 1933 р. у своїй статті «Селекція сорго» визначив напрямки роботи з цією культурою [216].

В Україні в довоєнні роки сорго почали вирощувати в Криму, Херсонській, Миколаївській, Запорізькій, Одеській та Дніпропетровській областях на значних площах. Однак перед війною і після неї посіви скоротилися, склавши в 1987 р. – 16,1 тис. га [27, 46].

На початку 80-х років ХХ століття вченими України було науково обґрунтовано збільшення посівних площ у південних регіонах України та Північному Кавказі. Велика робота проведена доктором сільськогосподарських наук, професором М.А. Шепелем, який довів, що в південних областях України площі зернового сорго потрібно розширити до 1,8 млн.га. Наприкінці 80-х – початку 90-х років посівні площі сорго в Україні становили 20-25 тис.га. За умови створення ранньостиглих сортів та гібридів з'явилась можливість вирощувати зернове сорго на територіях до 50-52° п.ш., а цукрове сорго та сорго-суданкові гібриди на зелений корм та сінаж – до 55° п.ш., тобто майже на всій території України. Проте в умовах екстенсивного землеробства, що склалися на початку 90-х років, і при дешевих енергоносіях та недостатній кількості високоякісного насіння, господарства не були зацікавлені в розширенні площ сорго. В останні три-чотири роки розробляється технологія вирощування зернових гібридів сорго для умов південної частини Степу України. Площі посівів сорго в Україні зросли, починаючи з 2000 р., приблизно з 5 до 76 тис. га у 2007 р. Планується збільшити посів в недалекому майбутньому до 200-250 тис. га. [47, 79].

В Україні сорго вирощують переважно як кормову культуру на зерно і зелену масу на площі понад 85 тис. га. Основні площі посіву розміщені в південних посушливих областях: Миколаївській, Херсонській, Одеській,

Дніпропетровській та Запорізькій. Середня врожайність становить 12,5-14,5 ц/га (додаток А1, А2). У передових господарствах збирають по 45-50 ц/га зерна і 250-300 ц/га зеленої маси [14, 63,]. У країнах СНД площі посівів зернового сорго становили більше 130 тис. га, а виробництво зерна – 150-180 тис. т [227]. Районами, придатними для вирощування сорго в країнах СНД є: південь України (1,8 млн. га), Молдова (0,2 млн. га), області, краї і республіки Північного Кавказу (2,0 млн. га), Поволжя (1,0 млн. га), республіки Середньої Азії і Казахстан (1,0 млн. га) [104, 134].

У 1989 р. у світовому землеробстві площі зернового сорго склали 44,5 млн. га, а валові збори зерна – близько 60 млн. тонн. Воно займає п'яте місце після пшениці, рису, кукурудзи та ячменю і третє – серед зернофуражних культур. Найбільші площі під зернове сорго, яке використовується як основний продукт харчування (16 млн. га), зайняті в Індії. Вони поступаються за площею тільки рису і пшениці. Зерно вживається в їжу у вареному або смаженому (пластівці) вигляді, а з борошна випікають хліб. В Індії сорго вирощують також на зелений корм і силос худобі [134, 182].

Світова площа посіву сорго близько 50 млн. га. За даними ФАО (2005 рік), сорго є п'ятою за обсягами виробництва злаковою культурою в світі після пшениці, рису, кукурудзи і ячменю. Головні світові виробники зерна сорго – США, Нігерія, Судан, Мексика, Китай, Індія, Ефіопія, Аргентина, Буркіна Фасо, Бразилія і Австралія. У деяких країнах, де кліматичні умови перешкоджають виробництву інших злаків (держави Африки, що межують із Сахарою, деякі провінції Індії та Китаю), сорго є продуктом, що забезпечує до 30% харчової енергії. В інших країнах – це здебільшого кормові ресурси і сировина для отримання біопалива [186, 233, 243].

У США, Мексиці, Чилі, Бразилії сорго є однією з основних культур для виробництва біоетанолу, що забезпечує вихід спирту на 25-30% більший, ніж у кукурудзи й пшениці [247, 254]. Зернове сорго вирощують в більш ніж

66 країнах світу, а США є найбільшим виробником сорго у світі. У США, 46 відсотків сорго використовується як корм для худоби. Іншим напрямом використання сорго є його переробка в етанол. За даними Міністерства Аграрної політики Америки, в 2015 році сорго було посіяно на площі 3,2 млн. га. Сьогодні США займає четверте місце за виробництвом сорго, поступаючись лише таким країнам, як Судан, Індія та Нігерія, де історично створились сприятливі умови для вирощування цієї культури [251, 256].

У Європі за останні роки площі під сорго також збільшилися, а середня врожайність перевищила 4-5 т/га. В Італії, Румунії, Угорщині, Албанії та Болгарії посіви сорго займають близько 20% всіх площ. В Італії в середньому по країні отримані великі врожаї зерна сорго (5,0-5,7 т/га) внаслідок заміни сортів гібридами [253]. За останні 50 років посівні площі під сорго в світі збільшилися на 60%, а виробництво зерна – на 244%. Основними виробниками зернового сорго є Мексика (10,7 млн. т), США (6,1 млн. т), Аргентина (2,4 млн. т) та Японія (1,9 млн. т) [33, 96, 134].

Разом з підвищенням виробництва сорго на світовому ринку очікується і збільшення його споживання до 64,6 млн. т на тлі зростання використання культури в усіх ключових сферах: кормовий (до 31,2 млн. т), харчової (до 27,3 млн. т) і промислової (до 4,5 млн. т). Зокрема, основне зростання споживання сорго для кормових цілей очікується в Китаї, Мексиці та Аргентині, тоді як його використання в харчових цілях збільшиться в Індії [149, 264, 286].

Інтерес до сорго особливо зростає після тривалих посух, коли інші зернові культури різко знижували врожай. Можна виділити кілька періодів підвищеного інтересу до сорго: 1920-1925 і 1930-1935 рр., а також 1974-1977 рр. У ці періоди площі посіву сорго значно зростали, але через деякий час вони знову скорочувалися. Такий стан пояснюється двома причинами: з одного боку, сорго завжди відрізнялося підвищеною зерновою продуктивністю і посухостійкістю, а з іншого – воно залишалося другорядною, маловивченою культурою і, так званою, «нішевою»

культурою. Таким чином, поширення сорго в світі свідчить про великі успіхи багатьох країн у цьому напрямку. Сорго має високі потенційні можливості, що ставить його в ряд провідних зернофуражних і продовольчих культур [10, 273, 275, 289].

1.2. Агробіологічні та екологічні передумови вирощування культури в умовах недостатнього природного зволоження

Сорго належить до роду *Sorghum*, який об'єднує багато одно- і багаторічних видів. Із культурних видів на території СНД поширені: сорго звичайне (*S. vulgare Pers.*), гаолян (*S. chinense Sakushev*), джугара (*S. Cernuum Host*) і суданська трава (*S. sudanense Pers.*). Всі види однорічні, їх вирощують для продовольчих, технічних і кормових цілей. З диких видів сорго в Середній Азії зустрічається гумай – злісний бур'ян [5, 34].

За характером волоті та щільністю розміщення у ній гілочок різних порядків сорго поділяють на три підвиди: розлоге (волотисте - *ssp. effusum Kurn.*), стиснене (*ssp. contractum Kurn.*) і кормове (*ssp. compactum*). Колоски волотей сорго одноквіткові, розміщені по два або три. Запилюється здебільшого перехресно, однак можливе й самозапилення [61, 71].

Біологічні особливості росту та розвитку зернового сорго вивчені багатьма авторами (П.М. Шорін [228, 229], Л.Х. Макаров [124], В.Я. Щербаков [231], Я.І. Ісаков [71], Н.Г. Гурський [53], Н.А. Шепель [218, 223], Б.М. Малиновський [127], А.В. Алабушев [8] та ін.). Всі зазначені дослідники в онтогенезі зернового сорго виділяють окремі стадії розвитку, етапи органогенезу і фенологічні фази [277]. Стадійні зміни призводять до утворення нових морфологічних структур, що в свою чергу є необхідною умовою стадійного розвитку в онтогенезі. Фенологічні фази часто відрізняються один від одного появою нових органів і низкою зовнішніх морфологічних ознак.

Органогенез сорго – це формування органів рослин у їх ембріональному зародковому стані. Нормальний життєвий цикл сорго складається з ряду періодів, що характеризуються якісними змінами біохімічних реакцій фізіологічних функцій і органоутворюючих процесів [223]. У розвитку рослин можна виділити два основних періоди: формування вегетативних органів – коренів, стебел і листків; та утворення генеративних органів – суцвіть, квіток і органів розмноження (насіння).

У сорго проходить 12 етапів органогенезу [218, 231]:

I етап – проростання насіння, дифференція і ріст зародкових органів. У основи конуса наростання з'являються зародкові листки. Найбільш дружне і повне проростання насіння і поява сходів сорго спостерігається, коли ґрунт має 65-75 % повної вологоємності, а температура повітря 15-18°C. При цьому тривалість періоду сівба – сходи становить 10-12 днів, а польова схожість насіння максимальна. При проростанні насіння йде в ріст головний зародковий корінець.

II етап – сходи-третій лист. З'являється спочатку коліоптіле. При досягненні поверхні ґрунту з нього виходить перший листок. У фазі першого листка розвивається головний пагін і закладаються бруньки бічних пагонів у пазухах зародкових листків, формується вегетативна сфера – вузли і міжвузля зародкових листків. Починає формуватися вузол кущіння. Тривалість етапу 8-10 днів.

III етап – кущення. Йде розвиток вторинних (вузлових) коренів. Добовий приріст кореневої системи досягає 1,3-1,5 см. З бруньок розвиваються пагони. Відбувається витягування, сегментація і диференціація нижньої частини конуса наростання – зародкової осі волоті. Тривалість – 12-14 днів.

IV етап – продовження кущіння. Пагони посилено ростуть. Коренева система глибоко (до 150 см) проникає в ґрунт, тоді як надземна маса розвивається повільно. На цьому етапі рослини інтенсивно споживають поживні речовини з ґрунту. Тривалість етапу 12-14 днів.

V етап – фаза виходу в трубку. Починається утворення і диференціація квіток, йде закладка тичинок, маточок і покривних органів квітки. Тривалість – 12-14 днів.

VI етап – продовжується вихід у трубку. Починають посилено рости міжвузля. Продовжується стеблуння, з'являються третій і четвертий стеблові вузли. Тривалість – 5-7 днів.

VII етап – продовжує посилено рости стебло і збільшуються стеблові міжвузля. Формуються пилкові мішки і зав'язі маточки. Розвиваються тичинки, маточки і покривні органи квітки. Завершується диференціація всіх частин волоті. Остаточо формуються пиляки і маточки. Тривалість – 16-18 днів.

VIII етап – викидання волоті. Дозрівають пилкові зерна і зародковий мішок. Завершується формування всіх органів волоті, що вийшли з пазух листа. Тривалість – 5-7 днів.

IX етап – цвітіння. Починається цвітіння волоті при сприятливих умовах через два-шість днів після викидання. Волоть цвіте цілодобово, поступово, зверху вниз. Тривалість – 4-7 днів.

X етап – формування та ріст зернівки. До початку етапу зернівки досягають типових для кожного сорту форм і розмірів. Тривалість 12-14 днів.

XI етап – продовжується фаза молочної стиглості зерна: накопичуються поживні речовини в зернівках; відбувається їх ріст у товщину. Триває етап 18-20 днів.

XII етап – фаза воскової і повної зрілості: накопичення в зернівках поживних речовин перетворюються у запасні, ріст зернівок закінчується. Зерно твердіє. Тривалість – 10-12 днів.

Коренева система в сорго мичкувата, добре розгалужена і проникає в ґрунт на глибину 200-250 см. Окремі корені проникають у глиб ґрунту до 3-3,5 м. Однак основна маса коренів (до 90%) розподіляється в шарі ґрунту 0-60 см. Тому більш глибоко проникаючі корені є «страховими» на випадок недостатньої вологи в основній зоні, де розташовані корені. Діаметр

поширення кореневої системи сорго досягає 100-130 см [56]. Сорго, як і всі хліба другої групи, проростає одним зародковим корінцем, що вертикально іде в ґрунт. Цей корінець інтенсивно росте з моменту появи сходів до утворення третього-четвертого листа. Він добре гілкується, утворити безліч бічних корінців, покритих кореневими волосками. Після утворення третього-четвертого листа інтенсивність росту зародкових корінців помітно знижується, але життєдіяльність їх зберігається до кінця життя рослини [70].

Кущіння – важливий етап формування зернового сорго. У цей період не тільки закладаються пагони кущіння, але і йде формування елементів продуктивності волоті – число зерен в ній. З кінця фази кущіння сорго посилено росте, інтенсивно споживаючи при цьому елементи живлення і вологу [90]. У цей період воно особливо чутливе до нестачі поживних речовин і вологи. До початку викидання волоті сорго має повністю сформовані генеративні органи [103].

Впродовж 30-35 днів після появи сходів коренева система сорго розвивається надзвичайно інтенсивно: добовий приріст коренів у цей період складає 2-3 см. Надземна частина рослини в цей час росте дуже повільно й активізується тільки після відповідного розвитку коренів. Коренева система сорго потужна і високопродуктивна, що обумовлює пластичність культури і гарну пристосованість до несприятливих ґрунтово-кліматичних умов [131].

Стебло сорго прямостояче, гладке, усередині заповнене м'якою паренхімною тканиною. Довжина стебла в зернового сорго варіює в широких межах: від 50-60 см у карликових форм до 160-200 см у високорослих. У даний час селекціонери створюють короткостеблові сорти і гібриди (90-120 см) з укороченими міжвузлями. Такі сорти і гібриди відрізняються високою технологічністю і гарною зерною продуктивністю. Як і в інших злаків, ріст стебла йде інтеркалярно, тобто від основи міжвузлів [231].

Кількість міжвузлів генотипові обумовлені і є сортовою ознакою, що характеризує тривалість вегетаційного періоду. Найчастіше ранньостиглі форми формують не більше 6-8 надземних вузлів, тоді як у пізньостиглих

кількість вузлів досягає 15 і більше. Нижні міжвузля короткі, а верхні мають велику довжину. Для зернового сорго велике значення мають самі верхні міжвузля: чим вони довші і чим більше висунуто волоть з піхви верхівкового листка, тим краще для механізованого комбайнового збирання [152].

Листки сорго складаються з листової пластинки, розташованої під прямим або гострим кутом до стебла, і листової піхви, яка охоплює стебло від одного до іншого вузла. По розмірах і тривалості життя листки сорго неоднакові. Якщо взяти сорт із 11 листками, то їх умовно можна розподілити на чотири групи: 1-4-й – найбільш дрібні листки з довжиною 25-40 см і шириною 1,5-3,0 см – ці листки частково висихають до фази цвітіння; 5-6-й – середні по розмірах (довжина 45-55, ширина 3,5-5,0 см); 7-9-й – найбільш великі (довжина 60-70, ширина 6-7 см); 10-11-й – середні по довжині (45-55 см), але по ширині вони наближаються до великого (6-6,5 см). Усі три останні групи зберігають зелене забарвлення від своєї появи до повної стиглості зерна. Листки сорго, таким чином, здійснюють фотосинтез до кінця вегетаційного періоду, що обумовлює деякі особливості формування зернівки і збирання врожаю [45].

Суцвіття в зернового сорго – волоть з добре вираженою центральною віссю. Довжина волоті міняється в залежності від умов вирощування і коливається від 15 до 35 см. Від головної осі відходять галузі першого, другого, третього і т.д. порядків. У нижній частині волоті розгалуження більш складне і багато-порядкове, ніж у верхній. У залежності від довжини галузей, щільності розташування і характеру гіллястості волоті набуває різну форму і щільність [45]. У період від викидання волоті до повної стиглості відбувається перерозподіл органічних і мінеральних речовин в надземних органах. В результаті посиленого відтоку в зерно, вміст їх в листках і стеблах зменшується при незначній зміні загальної маси рослини [61].

Плід сорго – зернівка найрізноманітнішої форми і забарвлення. Найчастіше зернівка має округлу, сплюснуту форму і пофарбована в креманий, білий, червоний або коричневий колір. Іноді зернівка має

плямисте забарвлення, що є наслідком тісного контакту з інтенсивно пофарбованими лусочками. Процес формування й особливо дозрівання зернівки проходить повільно. Зернівка досягає максимальної маси (по сухій речовині) тільки до фази повної стиглості. Зерноутворення – це період, від якого багато в чому залежать кормові якості зернового сорго. З його тривалістю тісно пов'язані такі показники, як маса 1000 зерен, вміст білка, крохмалю і незамінних амінокислот.

Маса 1000 зерен у сорго коливається в досить широких межах: від 17 до 50 г. Але в більшості районованих сортів і гібридів це коливання значно менше і становить 20-29 г [69, 81].

Сорго – унікальна злакова рослина як за своїми біологічними особливостями, по так і господарськими ознаками. Основними перевагами його є виняткова посухостійкість, солевитривалість, висока продуктивність, стабільність по роках урожаїв, гарні кормові якості та універсальність використання [143]. В умовах посухи зернове сорго суттєво перевершує за врожайністю та виходом кормових одиниць з 1 га традиційні ячмінь, кукурудзу і горох. У сорго дуже розвинена коренева система, яка значно випереджаючи надземну масу, активно розростається та проникає на глибину до 2-2,5 м. Під час сильних посух у корінні утворюється захисний кремнієвий шар, що оберігає їх від висихання.

Таке ж значення має восковий наліт на стеблах і листі рослин. Якщо в ґрунті зберігається трохи вологи, культура продовжує рости, незважаючи на спеку, низьку вологість повітря і суховії. При повному пересиханні ґрунту рослини впадають у стан спокою, припиняють ріст і розвиток, та після випадання опадів знову переходять до активної життєдіяльності. Такі властивості сорго надають йому переваги порівняно з іншими культурами в зонах ризикованого землеробства [164, 238].

Відношення до тепла. Як уже було відзначено, сорго походить із країн з жарким кліматом. Тому в ході багатовікового окультурення воно придбало властивість високої вимогливості до тепла. У наших умовах сорго є самою

теплолюбивою культурою, перевершуючи в цьому відношенні навіть рис. Мінімальна температура проростання для зернового сорго складає 9-10°C. При температурі ґрунту 8°C насіння не проростає зовсім, пліснявіє і гине. У цьому відношенні воно відрізняється від цукрового сорго більш високою вимогливістю до тепла, тому що містить менше таніну, що охороняє насіння від пліснявіння і псування [231, 262].

Для проходження нормального циклу розвитку рослин (від насіння до насіння) потрібна певна сума активних температур. Для скоростиглих сортів сорго ця величина складає 2000-2500, середньоранніх – 2500-3000, середньостиглих – 3000-3500 і пізньостиглих – понад 3500°C. Для повного визрівання сорго загальна сума позитивних температур повинна становити 3000-3500°C. Весняні заморозки можуть призвести до повного знищення посівів [231]. Про теплолюбність сорго свідчить і той факт, що при температурі 0°C росткові процеси в сходів припиняються, а при мінус 1-2°C рослини гинуть. Слабка стійкість сорго до низьких температур у фазі сходів є наслідком високої обводненості перших листків і незначним вмістом у них цукру. Слід зазначити, що вміст цукру у листках сходів сорго залежить від глибини посіву. При мілкому посіву сходи мають більш широкий і короткий листок у порівнянні з глибокою. Такий листок, як показали аналізи, містить менше води і більше цукру, що підвищує холодостійкість рослин [218, 223].

Більшість вчених, що вивчали холодостійкість зернового сорго, відзначають наявність взаємозв'язку між забарвленням насіння і чутливістю рослин до знижених температур під час проростання і появи сходів. Установлено, що білозерневі форми, як правило, менш холодостійкі, чим зразки з інтенсивним фарбуванням насіння. Очевидно, це пов'язане з тим, що останні мають більш високий вміст таніну, який інгибує розвиток мікрофлори на насіннях [231].

Відношення до вологи. Сорго належить до ксерофітів, має високу жаро- та посухостійкість, економно витрачає вологу на формування врожаю, характеризується підвищеною солевитривалістю [218, 263]. Потужна

коренева система здатна засвоювати вологу з нижніх шарів ґрунту – це свідчить, що сорго високо-засухостійка культура. Перші ознаки невимогливості до вологи сорго виявляє вже в період проростання, коли воно витрачає води тільки 35-40% від маси насіння, тоді як жито витрачає 85%, а горох – 95% [218].

При ґрунтових і повітряних засухах сорго припиняє ріст і переходить у анабіотичний стан, тобто життєві процеси гальмуються, але рослина здатна в будь-який момент їх активізувати при настанні відповідних умов. Установлено, що клітин, які знаходяться у усті сорго здатні відновлювати тургор навіть після двотижневої посухи. У кукурудзи ж необоротний параліч усть настає вже після 7-денної посухи [223].

Споживання води рослинами сорго йде нерівномірно. Велику її частину вони використовують у відносно короткий проміжок часу – 10 днів до початку викидання волоті – 10 днів після цвітіння. Цей період звичайно становить 25-30 днів, тобто 20-25% усього вегетаційного періоду, а витрата вологи досягають 45-50% від загального водоспоживання [83].

Характерною особливістю сорго є його здатність утворювати вузлові коріння навіть в умовах повітряно-сухого ґрунту. В.Г. Ротмістров [199] відзначав, що при зниженні вологості ґрунту нижче половини повної вологості зростання дрібних вузлових коренів припиняється, однак коріння старших порядків здатні долати маловодні шари ґрунту [104, 215].

Світловий режим культури. Щодо вимогливості рослин до освітлення, розрізняють світлолюбні рослини, які вирощують на півдні, й менш світлолюбні. Заходами агротехніки можна поліпшувати умови освітлення культур [239]. Це досягається вибором способу сівби та густотою висіву, а також спрямуванням рядків з півночі на південь. Беручи до уваги біологічні особливості культур та призначення врожаю, одні культури розміщують на південних, інші – на північних схилах або ж на підвищених, чи на знижених ділянках. Щоб посилити доступ до культурних рослин світла

та інших факторів життя, важливо своєчасно сформувати оптимальну густоту посівів [268].

Тривалість дня, інтенсивність і склад сонячного світла є важливими екологічними факторами для сорго – це виключно світлолюбна культура короткого дня. Степова зона України – досить підходящий регіон для задоволення потреб сорго у світловому факторі. Тут сума фотосинтетично активної радіації за вегетаційний період становить 2,8-3,0 млрд ккал/га. Якщо рослини сорго акумулюють 3% приходу ФАР, то урожай сухої біомаси становить 350-380 ц/га, що відповідає 170-200 ц/га зерна [124]. Оптимальна інтенсивність освітлення є необхідною умовою, яка забезпечує високу фотосинтетичну активність рослин, формування високопродуктивних репродуктивних органів [124].

Найбільш інтенсивно процеси асиміляції протікають у сорго при відсутності взаємного затінення листків. Регулювати ступінь освітлення листків можна за допомогою підбирання відповідної ширини міжрядь, направлення рядків і густоти стояння рослин на одиниці площі. При надмірному загущенні і взаємному затіненні рослини сорго утворюють подовжені перші міжвузля і таким чином різко знижують стійкість до полягання [138].

Вимоги сорго до ґрунту. Сорго є невимогливою до ґрунту культурою і здатна добре зростати на чорноземах і каштанових ґрунтах різного механічного складу. Краще сорго почуває себе на родючих середньо-суглинистих карбонатних чорноземах. Непогані результати воно дає і на легких по механічному складу ґрунтах. На думку зарубіжних вчених, урожайність цієї культури в більшій мірі залежить від родючості ґрунту, чим від її фізичного стану [1, 17]. Невисока вимога сорго до ґрунту дозволяє використовувати його в якості першої культури при освоєнні еродованих схилів, рослини нормально розвиваються на засолених ґрунтах. Непридатні для сорго можна вважати тільки надмірно зволожені заболочені ґрунти з близьким заляганням ґрунтових вод.

Сорго добре приживається на будь-якому ґрунті. Воно прекрасно росте як на родючих суглинках, так і на глинистих і легких піщаних ґрунтах. Головна умова вирощування сорго – ретельне видалення бур'янів. Для того, щоб зібрати хороший врожай з бідного ґрунту, необхідно використовувати мінеральні підживлення [21, 35].

Для вирощування сорго придатні усі типи ґрунтів, незалежно від їх механічного складу. Оптимальною вважається кислотність на рівні рН 5,5-7,5. Будучи солевитривалим, сорго може бути меліоративною культурою для солончаків. Треба пам'ятати, що сорго на засолених ґрунтах з урожаєм зеленої маси виносить велику кількість солі, яка вилучається разом з соком, який не придатний для отримання харчового сиропу. Зустрічаються сорти, які витримують і зрошення морською водою [250, 252].

1.3. Аналіз сучасного сортового і гібридного складу зернового сорго в контексті відповідності екологічним умовам зони вирощування й агроекологічна оцінка елементів існуючих агротехнологій

Одним із визначальних критеріїв одержання високих врожаїв сорго зернового при дотриманні і чіткому та своєчасному виконанні регламенту технологічних схем є добір сортів і гібридів з високим потенціалом врожайності та підвищеною адаптивністю до несприятливих абіотичних факторів зони вирощування. Вирощування районованих гібридів призводить до максимальної реалізації їх генетичного потенціалу продуктивності [19, 34, 76]. Найважливішим чинником сучасної технології вирощування й отримання високих врожаїв зерна сорго є використання для сівби високоякісного насінневого матеріалу, що дозволяє підвищити продуктивність гектара сівозмінної площі на 40-60% [81, 141, 270].

Сортові ресурси є одним із головних пріоритетів держави. Вони являють собою продукт інтелектуальної діяльності значної частини суспільства – генетиків, селекціонерів, фізіологів, біохіміків і біофізиків, імунологів і математиків, економістів, екологів і сортовипробувачів [260,

261]. Використання сортових рослинних ресурсів є однією з найважливіших ланок сільського господарства – основою економічного й соціального розвитку держави. Найефективнішим та економічно вигідним є широке впровадження нових сортів та гібридів з генетично визначеним рівнем адаптування до умов ґрунтово-кліматичних зон їхнього вирощування [145].

Нові сорти, незалежно від мети використання, повинні бути придатними до інтенсивної технології вирощування, забезпечувати високу економічну ефективність виробництва зерна та інших продуктів, пристосовані до визначеного рівня землеробства, а також стійкими до різноманітних біотичних і абіотичних стресових факторів. Саме сорт відіграє вирішальну роль у використанні його рослин у певних цілях. Особливе значення надається створенню сортів різних строків визрівання з метою впровадження їх у виробництво в різних агро-кліматичних зонах України. Підбір сортів для реальних умов вирощування – важлива умова для отримання високих урожаїв. З огляду на погодно-кліматичні умови України селекціонери науково-дослідних установ створили сорти сорго звичайного двокольорового з високою пластичністю, тобто сорти здатні давати задовільні та стабільні врожаї не тільки в сприятливі роки, але і в роки помірної та сильної засухи [165, 166, 168, 197].

Так, у Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2012 рік станом на 20 січня 2012 року нараховується 33 сорти сорго звичайного двокольорового із них 11 вітчизняної селекції та 22 іноземної [235, 246, 249].

У результаті селекції створено сорти соризу та деякі сорти зернового сорго, що придатні для використання на харчові цілі. Сорти сорго цукрового Довіста та Троїстий селекції Інституту зернового господарства забезпечують збір зеленої маси в Степу 400-450 ц/га, в одному центнері якої міститься 24-26 кормових одиниць, цукристість соку таких сортів становить 18-20%, а в окремих зразках до 25%. Ці сорти рекомендовані для виробництва високоякісного силосу, а також можуть бути використані як сировина для

виробництва біоетанолу. Цей напрям на сьогодні є дуже актуальним і перспективним [236, 241].

Головною вимогою до культур, які використовуються в біоенергетиці є собівартість продукції та забезпечення стабільної сировинної бази. Для використання соргових культур на біоенергетичні цілі придатні всі види сорго, які здатні накопичувати в соку стебел велику кількість розчинних вуглеводів та сформувати високий урожай біомаси [237, 247].

Для отримання високих і стабільних урожаїв у конкретній зоні важливо висівати сорти сорго звичайного двокольорового, які рекомендовані саме цій зоні з використанням сортової технології вирощування. Саме за таких умов можна якомога повніше реалізувати генетичний потенціал сорту. За рекомендаціями для ґрунтово-кліматичних зон вони розмістились таким чином: Степ – 24 сортів, Лісостеп – 14 сортів [235].

Виробникам цієї культури представлений широкий асортимент сортів, біологічний потенціал яких за ознаками продуктивності є досить вагомий. Значно підвищилися і якісні характеристики нових сортів сорго звичайного двокольорового. Тільки маючи інформацію про потенційну продуктивність, адаптивність і стабільність сорту, його здатність реагувати на поліпшені умови вирощування, можна ефективно використовувати сорт за різних умов енерговитрат.

Основними критеріями добору сортів є їх пластичність, тривалості вегетаційного періоду, ступінь холодостійкості, інтенсивності, стійкості і толерантності до шкідливих організмів, екстремальних факторів довкілля. У Державному Реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні, для кожної ґрунтово-кліматичної зони такі сорти подано у повному обсязі. В умовах ринкових відносин важливо навчити товаровиробника раціонально користуватися наявним генетичним потенціалом. Знання сорту, стверджував академік В.М. Ремесло – 90% успіху [234].

Використання сортових рослинних ресурсів є однією з найважливіших ланок сільського господарства – основою економічного й

соціального розвитку держави. Найефективнішим та економічно вигідним є широке впровадження нових сортів та гібридів з генетично визначеним рівнем адаптування до умов ґрунтово-кліматичних зон їхнього вирощування [3, 62]. На даний період широкими комплексними дослідженнями по сортовим культурам в Україні займаються в Дніпропетровську - Інститут землеробства степових районів НААН України, Синельниківська і Генічеська дослідні станції, в Одесі – селекційно-генетичний і сільськогосподарський інститути, в Криму – Кримський аграрний університет. Створене ними за багаторічний період дослідної роботи високоврожайні сорти і гібриди ставить культуру сорго на новий етап впровадження у виробництво.

За даними Міністерства аграрної політики України, атестовані виробники насіння щорічно виробляють значну кількість елітного та репродукційного насіння соргових культур. Проте, через значне коливання цін на зерно цих культур, простежується нестабільна динаміка посівних площ і відповідно – нестабільне виробництво насіння соргових культур [73, 99].

З 2009 р. виробництву України рекомендовано 21 сорт сорго, в т.ч 17 вітчизняної селекції, а саме: селекції дочірніх підприємств «Рейлін» рекомендовано 5 гібридів (Даш Е, Прайм, Спринт 2, Спринт W341/22, Свіфт); Інституту зернового господарства НААН – три (Дніпрельстан, Краєвид, Лан 59); по два сорти – Луганського інституту АПВ (Анна, Максим), Південного філіалу «Кримський агротехнологічний університет»НУБіП (Кримбел, Кримдар 10) і фірми Піонер Семена Холдинг (Космосом, ПР 88У20); по одному сорту селекційно-генетичного інституту (Одеський 205), Синельницької (Степовий 8 F1) та Генічеської (Ковчег) дослідницьких станцій, приватної фірми «Зернова компанія» «Словянське поле» (Словянське поле 210), фірми Франції Р2н (Бургго) і Євраліс Семанс – Кейрас F1 [235].

Щоб одержати високий урожай сорго, крім уваги до агротехнологічних аспектів технології, особливу увагу слід звернути на добір

гібридів і сортів, за рахунок яких можна додатково одержати 0,5-0,8 т/га зерна. Перевагу слід надавати районованим сортам і гібридам сорго вітчизняної селекції, які більш пристосовані до конкретних ґрунтово-кліматичних умов вирощування та мають високу стійкість до посухи, вилягання та ураження хворобами. В господарствах на великих площах посіву доцільніше вирощувати 2-3 гібриди або сорти, які мають різні біологічні властивості та неоднакову реакцію на основні фактори довкілля [95].

Технологія вирощування сорго майже однакова для всіх форм. У сівозміні сорго висівають після пшениці озимої, зернобобових культур, кукурудзи на зерно і силос. Після збирання попередника проводять лушення стерні і зяблеву оранку. Під оранку вносять повне мінеральне живлення $N_{45-60} P_{45-60} K_{45-60}$. У передпосівний період проводять дві культивації, якими знищують сходи бур'янів [6, 7, 21, 43].

Характерною особливістю сорго є повільний ріст рослин на початку вегетації (30-40 діб від появи сходів). В цей час інтенсивно формується коренева система. Тому виникають підвищені вимоги до вибору попередника, обробітку ґрунту, догляду за посівами і до боротьби з бур'янами. Виходячи з цього, попередниками зернового сорго повинні бути культури, які залишають після себе поля чисті від бур'янів. Сорго розміщують у сівозміні після озимих і ярих зернових, кукурудзи, зернобобових. Не можна висівати сорго після проса і суданської трави, а також небажано – після соняшника. За даними Інституту СГСЗ НААН при внесенні добрив і гербіцидів сорго можливо вирощувати в беззмінних посівах без суттєвого зниження врожаю [55, 64, 75, 178].

За даними Інституту зрошуваного землеробства НААН, сорго на зрошенні є добрим попередником для всіх ярих зернових культур, а скоростиглі його сорти – для озимих колосових. Саме сорго, як попередник, не поступається кукурудзі, а після низькорослих скоростиглих сортів при

дотриманні рекомендованої технології врожайність озимої пшениці на темно-каштанових ґрунтах знаходиться на рівні кукурудзи МВС [105-108].

Слід зазначити, що в загальній системі агровиробництва підбір попередників має важливе значення, так як від них залежать запаси вологи в ґрунті, ступінь забезпеченості поживними речовинами, засміченість посівів і в кінцевому підсумку продуктивність культури [282]. За даними А.В. Алабушева та ін. [6], збільшення врожайності за рахунок попередника може досягати 26-37% [208].

Питання раціонального розміщення сорго в сівозміні часто носять суперечливий характер. Так наприклад, по-різному оцінюється можливість використання повторних посівів сорго. Одні автори (Г.І. Козловський, 1913; І.А. Стебут, 1956) вважають, що сорго можна розміщувати повторно. Інші (Г.І. Шекун, 1964; Н.А. Шепель, 1975) відзначають, що сорго менш негативно реагує на беззмінне вирощування в порівнянні з кукурудзою. Треті автори (М.Д. Васильєв, 1970; А.В. Алабушев, 1993; Ю.Ф. Олексенко С.В, 1986, Красненков, 1995; А.З. Большаков, Н.Я. Коломієц, 2003) стверджують, що незмінні посіви сорго протягом 3-6 років не ведуть до зниження врожайності [108, 117, 187, 222].

У степовій зоні України кращими попередниками сорго є горох, озимі, ячмінь, а при вирощуванні його на зелений корм і силос – соняшник. Тут же при високій культурі землеробства цілком допустимо тривале вирощування сорго на постійній ділянці без зниження його продуктивності [61, 107, 219].

Досвід господарств, які вирощують зернове сорго на великих площах від 1000 га і більше (ТОВ «Шестірня» Широківського району Дніпропетровської області, ТОВ «Продуксім Лтд» Херсонської області) свідчить про те, що високі врожаї сорго (від 5 т/га) за умови застосування нових технологій можливо вирощувати навіть після соняшника, або як монокультуру. Отже, сорго може використовуватися в коротких сівозмінах [117, 121, 153].

Система основного обробітку ґрунту під сорго для всіх напрямків використання не різниться між собою і визначається ґрунтово-кліматичними умовами вирощування та біологічними особливостями культури. Основними регіонами соргосіяння є райони недостатнього зволоження, тому максимальне накопичення та збереження вологи при обробітку ґрунту є однією з найважливіших умов одержання високих врожаїв сорго [43, 105].

Обробіток ґрунту під сорго, при розміщенні його після озимих або ярих колосових культур, починається з лушення стерні дисковими лушильниками, яке проводиться після збирання попередника, на глибину 7-8 см. При наявності значної кількості багаторічних бур'янів в період появи їх розеток проводять друге лушення на глибину 10-12 см. Через 10-15 діб після лушення слід провести оранку на глибину 25-27 см. В разі використання гербіцидів (раундап або його аналогів) друге лушення замінюють обробкою гербіцидом (раундап, 4-5 л/га) з витратою робочої рідини 250-300 л/га. Оранку на таку ж глибину в даному випадку починають через 15-20 діб після внесення гербіциду. Така підготовка ґрунту забезпечує знищення коренепаросткових бур'янів – до 85-100%, а однолітніх, які з'явилися на час обробітку ґрунту гербіцидом – до 100% [115, 123, 135].

З метою забезпечення і накопичення запасів продуктивної вологи в ґрунті, зяблеву оранку необхідно з осені вирівняти (провести чизельний обробіток). Невирівняний зяб, як в осінньо-зимовий період, так і навесні, до настання фізичної стиглості ґрунту втрачає значну кількість вологи. Таке поле в шарі ґрунту 0-10 см має значно менше вологи, ніж вирівняне з осені, а весняні дощі в разі випадання їх до сівби не поповнюють загальні запаси вологи, а лише відновлюють вологість верхнього пересохлого шару ґрунту. Боронування на важких суглинистих ґрунтах проводять у 2 сліди, на легких піщаних – в 1 слід. Якщо поле з осені не було вирівняне, то весною на важких ґрунтах необхідно провести чизельний обробіток на глибину 10-12 см. Подальший обробіток ґрунту залежить від погодних умов. Якщо поле чисте від бур'янів, то достатньо однієї передпосівної культивуації на глибину

5-6 см. В разі значного забур'янення проводять 2 культивації: першу – на глибину 10-12 см, другу (передпосівну) – на 5-6 см. Навесні передпосівний обробіток ґрунту включає ранньовесняне закриття вологи важкими зубовими боронами в 1-2 сліди впоперек або по діагоналі до оранки [140, 158].

В роки з недостатнім зволоженням ефективним агрозаходом є коткування ґрунту кільчасто-шпоровими котками після першої культивації, що сприяє підвищенню температури і вологості верхнього шару ґрунту, інтенсивному проростанню бур'янів, які потім знищуються передпосівною культивацією. Взагалі ж, як показує практика, ґрунт під посів сорго краще готувати так, як під овочеві культури і тими ж знаряддями. Головним є знищення бур'янів з метою збереження вологи на глибині заробки насіння [187].

Науково обґрунтований вибір строків сівби сорго залежить від ґрунтово-кліматичних умов, стану ґрунту, його вологості, біологічних особливостей сортів і гібридів, призначення посіву і специфічних умов вирощування [245]. Для сівби необхідно використовувати добре виповнене, вирівняне за розмірами і масою насіння. Проростати насіння сорго починає при температурі 8°C. При цьому період від сівби до сходів триває до 30-35 діб, внаслідок чого знижується польова схожість, сходи з'являються неодноразово і зріджені. Оптимальні умови для проростання насіння настають, коли в ґрунті на глибині 10 см температура становить 12-15°C. В таких умовах сходи з'являються через 8-10 діб після сівби [24, 25, 30, 212].

При внесенні ґрунтових гербіцидів та інкрустації насіння середньо- та пізньостиглі сорти і гібриди можна висівати на 5-7 діб раніше оптимального строку. Ранньостиглі сорти краще використовують ґрунтові запаси вологи і теплові ресурси зони для формування високої продуктивності при висіві їх насіння з 5-10 травня по 20-25 травня. Оптимальною глибиною загортання насіння при сівбі у III декаді квітня – I декаді травня є 4-5 см, а при сівбі 20-25 травня і відсутності вологи в посівному шарі ґрунту її можна поглиблювати до 6-7 см [84, 89, 101].

Для отримання до приморозків добре визрілого зерна висівати зернове сорго необхідно в оптимальні строки [283]. Плівчасті сорти, які мають в оболонці зернівки танін, краще протистоять несприятливим умовам при проростанні, тому їх можна висівати на три дні раніше голозерних [119, 167, 202].

Одним із важливих прийомів агротехніки сорго – правильно вибрана глибина загортання насіння при сівбі, яка залежить від механічного складу ґрунту, його вологості, температури, сортів і видів сорго, маси 1000 насінин, енергії проростання насіння та інших факторів [240, 272]. При сівбі насіння слід покласти на тверде вологе посівне ложе і найбільш оптимальну глибину, що сприяє порівняно швидкій появі дружних сходів та забезпечує в подальшому належні умови для одержання високої врожайності зерна та зеленої маси [52, 67].

В умовах недостатнього зволоження спосіб сівби сорго, кількість рослин на одиницю площі та рівномірність їх розміщення має важливе значення. Зі способами сівби і густотою стояння рослин тісно пов'язані такі важливі функції рослин, як мінеральне живлення, транспірація, фотосинтетична діяльність, водоспоживання тощо. Крім того, ці фактори різною мірою різносторонньо впливають на мікроклімат в посівах, біологічні процеси в ґрунті, а також на характер розповсюдження хвороб, шкідників, бур'янів і ступінь їх шкодочинності [74, 80].

За допомогою зміни розмірів і форми площі живлення рослин сорго можна регулювати такі процеси, як інтенсивність кущення, рівномірність і швидкість дозрівання зерна. Найбільш розповсюджений спосіб сівби сорго в південних областях України та АР Крим є широкорядний з міжряддям 70 см. В зоні бурякосіяння, де в наявності є необхідна техніка для сівби і догляду за посівами, доцільніше висівати зернове сорго (особливо низькоросле) з шириною міжрядь 45 см. Такий спосіб забезпечує прибавку врожайності на рівні 0,4-0,5 т/га. Оптимальну густоту посіву визначають залежно від конкретних ґрунтово-кліматичних умов, морфобіологічних особливостей

сортів і гібридів сорго та напрямку використання продукції [31, 118, 120].

Оптимальна густина стояння для зони Степу України для зернового сорго становить 140-160 тис. схожих насінин на 1 га. Для південної та східної частини Степу і особливо аномального за погодно-кліматичними умовами Присивашся густина стояння рослин соргових культур дещо відрізняється. Так, за рекомендаціями Генічеської дослідної станції, для зернового сорго вона коливається в межах 60-100 тис. схожих насінин/га, а в особливо сприятливі роки – 140 тис. схожих насінин/га [125, 160, 278].

Для сівби сорго використовують сівалки СПЧ-6М, СПЧ-8М, СУПН-8, УПС-8, бурякові, овочеві та останні моделі знярядь зарубіжного виробництва. Незважаючи на кондиційність насіння, при сівбі обов'язково додаються страхові надбавки до 60-65% [165, 171, 185].

Правильний і своєчасний 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 [285]. Тому одним із перших агротехнічних прийомів є боронування посівів за 4-5 діб до появи сходів, коли паростки сорго ще на глибині 3-4 см від поверхні ґрунту, а сходи бур'янів (70-80%) легко знищуються зубками борін. Залежно від стану ґрунту і розмірів паростків, борони повинні бути легкими або середніми з тиском 0,6-0,9 кг на зуб борони [6, 190].

Якщо після сівби випадають рясні дощі і утворюється ґрунтова кірка, яка згубно впливає на отримання одночасних сходів, її обов'язково руйнують боронами. Коли паростки сорго перебувають на глибині менш 1 см від поверхні ґрунту, то з метою руйнування кірки проводять прикочування кільчатими котками або обробляють посіви ротаційною мотикою [89, 271].

У зв'язку з тим, що сходи бур'янів з'являються неодноразово боронувати посіви доцільно і після проростання сорго. Його проводять 1-2 рази залежно від забур'яненості і густоти посівів: перше, коли рослини сорго мають 3-4 листки, друге – у фазі 6-7 листків. Боронування вперек посівів

проводять в другій половині дня, коли рослини втрачають частково тургор і менше пошкоджуються ґрунтообробними знаряддями. Швидкість агрегату не більше 4-5 км/год. Досить ефективно боронування сітчастими і легкими боронами, які зменшують пошкодження рослин сорго і добре знищують бур'яни [114, 284, 287].

В результаті проведення боронування, навіть при дотриманні усіх вимог цього агрозаходу, частина рослин сорго пошкоджується: при першому боронуванні в середньому на 19-20%, при другому – на 5-7%. Таким чином, при 2-разовому боронуванні густота рослин зменшується на 25-30%. Це необхідно враховувати при встановленні норми висіву, яку збільшують проти оптимальної на дану величину. Особливо велика зрідженість посівів спостерігається при підвищенні швидкості руху агрегату. Так, при швидкості 6,5-7,5 км/год кількість пошкоджених рослин збільшується до 37-44%. При боронуванні важкими боронами ефективніше знищуються бур'яни, але при цьому пошкоджується в два рази більше рослин сорго. Необхідно відмітити, що найбільша ефективність боронування проявляється при проведенні його в період, коли для бур'янів характерна фаза паростків («білих ниточок»). Запізнення з проведенням цього агротехнічного заходу призводить до різкого зниження його ефективності [225, 231].

Міжрядний обробіток проводять для знищення бур'янів по мірі їх появи, а також з метою розпушування ґрунту. Для підвищення продуктивності роботи і зменшення присипання рослин землею доцільно використовувати спеціальні щитки, які встановлюють поряд з робочими органами. Кількість міжрядних культивацій залежить від наявності в посівах бур'янів. Останню культивацію проводять з підгортанням рослин, що сприяє утворенню повітряних коренів, які не тільки протидіють виляганням, а й забезпечують додаткове живлення. Цей захід також сприяє знищенню бур'янів в рядках [232].

Поряд з агротехнічними заходами для знищення бур'янів в посівах сорго ефективними є і хімічні засоби – гербіциди [226]. Використання їх в

поєднанні з агротехнічними прийомами забезпечує знищення значної кількості бур'янів, сприяє підвищенню рівня врожаю і скороченню додаткових витрат на вирощування сорго [65, 78]. З ґрунтових гербіцидів застосовують Прімекстру Голд 720 SC к.с. в дозі до 2,5-3,5 л/га. По вегетуючих рослинах для знищення дводольних бур'янів високоефективні гербіциди групи 2,4-Д Амінна сіль, Діален, Агрітокс в.р. 50%, Пік 75WC в.г., а також Ладок новий. Оптимальна норма витрат амінної солі 2,4-Д – 0,9-1,7 л/га, Діалену – 0,8-1,2 л/га, Агрітоксу – 0,7-1,7 л/га, Пік – 15-20 г/га, Ладок новий – 2,5-3,0 л/га. Обробляти посіви цими гербіцидами, крім останнього, необхідно в фазі від 3 до 5 листків у сорго. У більш пізні фази (6-10 листків) застосування гербіцидів згубно діє на рослини сорго [84, 115]. Ладок новий доцільно вносити у фазі 2-3 листків у бур'янів незалежно від фази розвитку рослин сорго. Вносять гербіциди за допомогою штангових обприскувачів ОП-2000, ОПШ-2000, МЗУ-320 та ін. [135, 194].

Сучасна технологія отримання високих і сталих врожаїв неможлива без використання добрив, на частку яких припадає до 35-40% приросту врожайності [194, 200]. На формування однієї тонни зерна і відповідної кількості листостеблової маси сорго виносить з ґрунту 23-25 кг азоту, 9-10 кг фосфору і 28-30 кг калію. При врожайності 5-6 т/га зерна сорго з кожного гектара споживає 140-160 кг азоту, 50-60 кг фосфору і 150-180 кг калію [51, 82]. Більшість ґрунтів соргосіючих регіонів здатні забезпечувати лише половину потрібних елементів живлення, тому решту – необхідно поповнювати за рахунок добрив [110, 267, 272].

Кількість добрив, необхідних для отримання запланованої врожайності, розраховують на основі агрохімічного аналізу ґрунту для кожного конкретного поля. В середньому для південного Степу України доза добрив становить $N_{60-90}P_{60}$. Найбільш доцільно вносити всю вказану дозу з осені під оранку (крім полів на схилах до 5-8°) [157, 168]. Якщо з осені добрива не були внесені, то їх вносять весною під культивуацію, при сівбі і в підживлення [281]. Слід пам'ятати, що весняне внесення мінеральних добрив

менш ефективно у зв'язку зі швидким пересиханням верхнього шару ґрунту і неможливістю використання їх кореневою системою рослин [169, 242, 274].

Встановлено, що азотно-фосфорні добрива, внесені збоку і глибше насіння, позитивно впливають на його проростання, збільшуючи при цьому польову схожість на 10-12%. Особливо позитивно впливають на польову схожість насіння повні дози мінеральних добрив при внесенні їх на глибину 8-10 см перед сівбою. В такому разі вони збільшують активність ферменту каталази, виступаючи в ролі стимуляторів ростових процесів у насінні [188, 194].

Сорго дуже чутливе до органічних добрив, особливо в поєднанні їх з мінеральними. Як показали дослідження, при внесенні восени під оранку 10-20 т гною, а також $N_{10}P_{10}$ (розташовуючи їх глибше і збоку від насіння) весною при сівбі, прибавка врожаю зерна сорго становила 0,4 т/га, а в окремі роки до 1 т/га. В цілому добрива не тільки підвищують врожайність, але й покращують якість продукції (збільшується вміст протеїну, жиру, зерна в кормовій масі, а також сухої речовини і кормових одиниць) [230, 269].

Рослини сорго слабо пошкоджуються шкідниками [122, 172, 219]. Суттєвої шкоди їм завдають тільки злакові попелиці, дротяники і підгризаючі совки. Найбільш поширеною і шкідливою на півдні України є листкова злакова попелиця, яка завдає великої шкоди сорговим посівам: подовжується період досягання, збільшується кількість неозернених колосків у волоті, має місце щуплість зерна. До профілактичних заходів боротьби з попелицею належать усі агротехнічні прийоми, які посилюють інтенсивність росту рослин, до винищувальних – знищення восени падалиці зернових злаків і злакових бур'янів, луцення стерні, глибока зяблева оранка. При масовій появі попелиць, особливо у ранні фази розвитку рослин, посіви обприскують БІ-58 новий, 40% к.е. з нормою витрати препарату 0,7-1,0 л/га [109, 154].

Досить ефективним є біологічний метод (випуск на посіви семикрапкової корівки з розрахунку 20-30 тисяч особин на гектар). Одна

личинка корівки (сонечка) з'їдає за добу близько 200 личинок попелиць. Велике значення в боротьбі з попелицями відіграє створення сортів і гібридів стійких до цього шкідника. Це найбільш ефективний напрямок, який є доцільним не тільки в економічному, але й в екологічному відношенні [166].

Дротяники і несправжні дротяники виїдають зародки висіяного насіння сорго, підгризають коріння молодих рослин і пошкоджують вузли кущення. При наявності в ґрунті великої кількості дротяників і несправжніх дротяників необхідно застосовувати як агротехнічні, так і хімічні заходи боротьби. З агротехнічних заходів – дотримання сівозмін, зяблева оранка, обробіток ґрунту в міжряддях, особливо в період перетворення в лялечку личинок коваликів [280]. Для боротьби з личинками проводять обробку насіння протруйниками: космос 500, т. к. с, 500 г/л, круїзер 350 FS т. к. с., 6 л/т [122, 201].

Підгризаючі совки пошкоджують кореневу систему рослин. Пошкоджені рослини засихають або схиляються до землі і можуть продовжувати вегетацію за рахунок поодиноких корінців. Полеглі рослини вже не піднімаються. Гусениці підгризаючих совок пошкоджують також листки і стебла молодих рослин [43]. За даними Генічеської дослідної станції, в середньому за 2 роки пошкодженість посівів сорго зернового цими шкідниками залежно від сортів становила 4,7-41,7%, а цукрового – 13,3-36,7%. Для запобігання пошкодження рослин підгризаючими совками необхідно тримати посіви в чистому від бур'янів стані. Якщо на посівах з'явилися гусениці підгризаючих совок, які на початку свого розвитку цілодобово селяться і живляться на бур'янах, їх можна знищити обприскуванням дозволеними інсектицидами [194, 200, 248].

Про стійкість сорго проти грибкових захворювань повідомляє багато дослідників. Проте, часто зернові, цукрові та віничні сорти, а також гібриди сорго уражуються найпоширенішою в Степу України хворобою – сажкою. Летюча сажка уражує сорго, кукурудзу, зрідка і суданську траву. В уражених рослин замість нормальної волоті з'являється маса спор, які спочатку вкриті

сіруватою оболонкою, потім вона тріскається, а спори розлітаються [220, 225].

Тверда (зернова) сажка уражає лише зав'язі квіток сорго. Плівки та решта частин волоті залишаються не ураженими. Уражене зерно має вигляд подовжених брудно-сірих мішечків, які легко роздавлюються і замість ендосперму маємо чорну масу – спори сажки [231].

З профілактичних заходів боротьби з сажковими хворобами сорго рекомендується, насамперед, заготовляти насіння неуржене спорами сажки, а також вирощувати сорти і гібриди сорго, стійкі до цієї хвороби; з агротехнічних – велике значення мають: правильне дотримання сівозмін, глибоке заорювання післяжнивних решток, внесення добрив, сівба високоякісним насінням, уникнення змішування врожаю здорового зерна з зерном, ураженим цією хворобою; з винищувальних заходів – найбільше значення має знезараження насіння перед сівбою хімічними засобами. З цією метою проводять протруєння насіння суспензією препарату Вітавакс 200 з. п. (5 л/т води + 2л/т препарату), Максим 0,25 FS т. к. с. (8 л/т води + 1 л/т препарату) [95, 289].

Час і способи збирання врожаю сорго визначаються його призначенням (на зерно, силос, зелений корм), а також наявністю в господарствах машин для збирання врожаю. Приступають до збирання сорго зернового при вологості зерна не більше 20% [100]. Ефективним заходом зниження вологості зерна є десикація посівів (виконана у фазі воскової – повної стиглості зерна, але не пізніше, ніж за 4-6 діб до збирання врожаю, не позначається на врожайності сорго). Як десикант застосовують реглон супер 150 WS в. р., 4 л/га. Десикація посівів сорго у фазі воскової стиглості реглоном знижує вміст води в зерні на 8,4-10,8%, на початку повної стиглості – на 5,5-7,1% [130, 217].

З настанням повної стиглості в зерні тривають фізіологічні та біохімічні процеси, пов'язані з післязбирального дозрівання [69]. Збирання

насіння сорго необхідно починати при вологості зерна 24-26%, що відповідає максимальному накопиченню сухої речовини [145].

При прямому комбайнуванні вологість зерна утримується на рівні 18,9%, а в окремі роки навіть – 19,7-21,8%. Після збирання, для запобігання псування зерна, необхідно провести його очистку від залишків листостеблової маси і при необхідності досушити до вологості 13% за допомогою баштових і барабанних сушарок [190, 224, 231]. З метою суттєвого зменшення використання вартісних енергоносіїв і, відповідно, зниження собівартості продукції, слід застосовувати технологічне обладнання, здатне працювати на твердому паливі, в якості якого можуть виступати пожнивні решти культури [288].

Головні складові технології вирощування стабільних і економічно доцільних урожаїв зернового сорго – це послідовне та неухильне виконання всіх складових науково обґрунтованих агротехнологій, дотримання сучасних прогресивних заходів і прийомів, якісне і своєчасне виконання технологічних процесів.

Висновки до розділу 1

1. За останні 50 років посівні площі під сорго в світі збільшилися на 60% і тенденція сталого збільшення зберігається. Основні виробники зернового сорго – Мексика, США, Аргентина, Індія і Японія. З урахуванням світових тенденцій, що склалися у сфері агровиробництва, за сприятливих агрокліматичних умов Україна реально спроможна вирощувати більше ніж 60 млн. т зерна, при цьому значна частина зазначеного валу може складати сорго, що значною мірою стабілізує внутрішню продовольчу безпеку країни, укріпить загальносвітовий імідж держави в якості рівноправного гравця на зовнішньому аграрному ринку, підвищить експортний потенціал країни, дасть можливість диверсифікації ведення прибуткового господарювання в сфері вітчизняного АПК.

2. Впродовж останніх агросезонів сільськогосподарські виробники на власному досвіді переконалися, що виробництво ярого ячменю та кукурудзи в південних регіонах України є вельми ризикованим. Несприятливі значення гідротермічного коефіцієнту, характерні для вегетаційних періодів все більшого числа років, не сприяють отриманню сталих врожаїв культур раннього ярового клину, а у випадку із ярими пізніми зернове сорго вбачається практично безальтернативним варіантом отримати від орного гектару економічний зиск. Культура, що за такими унікальними показниками, як посухо- та жаростійкість, солевитривалість та високий потенціал врожайності не має аналогів серед типових для агроценозів українського Півдня культурних видів, має посісти одне з чільних місць в складових валових зборів зони ризикованого землеробства.

3. На сьогодні залишаються недостатньо вивченими залежно від реальних екологічних, виробничих та ресурсних умов біологічні та технологічні особливості вирощування нових сортів та гібридів сорго зернового, що, на нашу думку, значною мірою зумовлює недостатній ступінь реалізації їх генетичного потенціалу продуктивності, технологічної якості та,

певним чином, формує недостатній рівень популярності культури серед виробників.

4. Виходячи з результатів наведеного аналітичного огляду літературних джерел, можна зробити висновок, що рівень дослідженості проблеми відповідно до теми дисертаційної роботи не є достатнім. Вагома доля аналогічних та близьких за направленістю наукових пошуків попередників базувалася на роботі із застарілими сортами, а отже існує явна доцільність проведення подібних дослідів в умовах півдня України для детального вивчення впливу найбільш принципових елементів технології вирощування зернового сорго – строків сівби культури та різної густоти стояння рослин у агроценозі на продуктивні якості нових районованих та перспективних гібридів сорго зернового, рекомендованих для вирощування в зоні Південного Степу.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов зони проведення досліджень

Недостатня наукова обґрунтованість розміщення культури сорго по регіонах України призводить до значного недобору товарної продукції. Високий і стабільний урожай його можливо отримати лише враховуючи багато факторів, в тому числі і такий складний, як природні ресурси території. Вчені багатьох країн світу встановили, що врожайність культури на 15% залежить від погодних умов, а в окремі роки майже на 100% [2].

Дослідне поле ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» розташоване у Білозерському районі Херсонської області на Причорноморській низовині Степової зони України.

Сухий Степ України займає крайню південну частину Причорноморської низовини і прилегло до неї вузьку смугу Кримського степу над Сивашем на площі 4,7 млн. га, в тому числі сільськогосподарські угіддя 1,8 млн. га, з них ріллі 1,2 млн. га, або 85%. Перехід від степової зони як з півночі в Причорномор'ї, так і з півдня Криму неширокий – до 25 км, де солонцюваті чорноземи переходять у темно-каштанові слабо-солонцюваті ґрунти. Материнською ґрунтоутворюючою породою тут є важкоглинисті і глинисті лесоподібні відклади. Причому залягають вони в декілька ярусів, чергуються з похованими ґрунтами. Підвищена концентрація розчинних солей у материнських породах чи похованих ґрунтах призводить до засолення і зниження продуктивності ґрунтового покриву цієї зони. Сухостепові ґрунти утворилися за умов посушливого клімату, зрідженої трав'яної рослинності з поверхневою кореневою системою і висхідної течії ґрунтових вод, яка підтягувала до поверхні легкорозчинні солі. Переважаючими ґрунтами в сухому Степу, на фоні яких сформувалися ґрунтові комплекси, є темно-каштанові, що займають 70,2% в

сілськогосподарських угіддях, або 76% серед орної землі, та каштанові – відповідно 5,8 і 5,2%. Характерною морфологічною ознакою темно-каштанових ґрунтів є диференціація профілю за елювіальним типом. Особливо вона добре помітна на цілинних ґрунтах, які не зазнали впливу агрокультури. Гумус міцно зв'язаний з мінеральною частиною. В глинистих і важкосуглинистих каштанових ґрунтах кримського сухого Степу його міститься 1,7-3,0%, а в легкосуглинистих і супіщаних різновидностях Азово-Причорноморської смуги лише 0,7-1,5%. Легкорозчинні солі і гіпс зосередженні на глибині 150-200 см, а на правобережжі Дніпра навіть глибше. Реакція водного розчину нейтральна або слаболужна (рН водне 6,8-8,0). Ці ґрунти поділяються на слабо і сильносолонцюваті. Каштанові ґрунти утворилися в найпосушливіших районах сухо степової підзони – на території, що прилягає з півночі і з півдня до Сиваша. Серед сілськогосподарських угідь зони їх площа 100 тис. га, з яких 80 тис. га перебуває в обробітку. Суцільних масивів вони не мають, а залягають у комплексі із солонцями каштановими. Профіль цих ґрунтів, на відміну від темно-каштанових, слабший і на меншу глибину гумусований. Солі вимиті на значну глибину (70-80 см), за ступенем солонцюватості поділяються на каштанові слабо і сильносолонцюваті. Ґрунт господарства, на базі якого були проведені експериментальні дослідження, характеризуються наступними показниками: темно-каштанові середньосуглинкові середньосолонцюваті з вмістом гумусу в орному шарі на рівні 2,34-2,60%. Вміст рухомих форм елементів мінерального живлення: азоту – 1,7-2,0; фосфору – 4,9-6,5; калію – 28-36 мг-екв в 100 г ґрунту, рН – 6,9-7,2. Ґрунтові води залягають на глибині 7,5-13 м.

На більшості території зони Степу за рік випадає 300-400 мм опадів, а у Східноєвропейському секторі – 450-500 мм. Випаровуваність у південній підзоні наближується до 800-1000 мм, коефіцієнт зволоження знижується від 0,8-0,6 у північній підзоні, до 0,5-0,3 – у південній. Річна сумарна радіація досягає тут 100-120 ккал/см², а радіаційний баланс – до 40-50 ккал/см² (у Причорномор'ї – до 55 ккал/см²).

Особливістю підзони південного Степу є значна нерівномірність розподілу в часі атмосферних опадів. В деякі роки опадів випадає менш ніж 260 мм (додаток Б2). На заході зони Степу опади порівняно рівномірно розподілені по місяцях, на сході влітку спостерігається їх різкий літній і зимовий мінімум. Для них характерний зливовий режим: за добу може випасти до 200 мм опадів. Основна частина атмосферних опадів надходить до України з Атлантики. Створення каскадів водосховищ призвело до зміни мікроклімату в прибережній зоні Чорного й Азовського морів, сприяло зміні мікроклімату в літній період і виникненню бризової циркуляції. Під час спекотної погоди в літні місяці більша частина опадів випаровується і на долю стоку залишається не більш 5-10%. Головна складова стоку – снігові талі води, більш 65% річної норми стоку приходить на весняну повінь (травень-червень). Деякі місцеві річки в Південному Степу влітку можуть пересихати. Весняна повінь відбувається бурхливо. В цей період ерозійна діяльність річок і водних потоків досить інтенсивна. Мінералізація річкових вод знаходиться у межах 200-500 мг/л і більше. В зв'язку з цим іонний стік відносно невеликий (10-20 т/км³ у рік).

У переважної більшості сільськогосподарських культур продуктивні процеси активуються після стійкого переходу середньодобової температури повітря вище 5-7°C, що в південному Степу приходить на третю декаду березня, на іншій території країни – на першу декаду квітня. Закінчується період вегетації, як правило, в третій декаді жовтня і тільки в південно-західних районах Степу – у першій-другій декадах листопада. Тривалість вегетаційного періоду в крайньому північно-східному Степу складає 190-200, а в південній частині подовжується до 220-240 днів.

Річний хід відносної вологості повітря змінюється в зворотній залежності від температури. Так, найвища відносна вологість повітря відзначена в грудні-січні. Відносна вологість повітря складає 55-63%. До півдня вона підвищується й у приморській частині досягає 65-75%. При зниженні відносною вологістю повітря нижче 30% і наявності сильного вітру

сільськогосподарські культури відчувають термічний стрес, а такі дні називають днями з суховіями. Більше всього днів з суховіями буває в південних районах сухого Степу (близько 50 днів у рік). У Степу майже щорічно (у дев'ятох роках з десяти) бувають бездошові періоди тривалістю 20-30 днів. На північно-заході цих зон, в середньому, через кожні два роки бездошів'я триває 25-30, а в приморській частині південного Степу – до 40-45 днів. Через кожні чотири роки тривалість його збільшується від 30-40 днів у північно-західних районах, до 50 у східних і 50-60 у причорноморській смузі. Раз у десять років бездошові періоди тривають 36-50 днів на північно-заході і до 65-75 днів на узбережжі.

Висока температура і низька відносна вологість повітря, що супроводжують тривале бездошів'я, підсилюють його шкідливий вплив на рослини й створюють умови для виникнення атмосферних посух і суховіїв. Через нерівномірне випадання опадів розподіл посух має ланкову структуру. Слабкі посухи спостерігаються окремими вогнищами, сильні охоплюють великі території. При сильних посухах є окремі райони, де вони виражені слабкіше. Половина весняних посух (50% випадків) носять локальний характер – вони охоплюють 10% території, лише в 3% випадків посухи поширюються на площі більш 50% території і носили катастрофічний характер. Це посухи 1934, 1946, 1968, 1996, 2007 рр.

Літні посухи спостерігаються частіше, ніж весняні й осінні. Вони бувають майже щорічно і приходяться на період вегетації. Найбільша їхня повторюваність (80-90%) відзначається в південних приморських районах Херсонської області й у районі м. Армянськ Кримської АР. Осінні посухи зустрічаються рідше, ніж літні і весняні, але імовірність їх усе-таки значна. У приморських районах вона досягає 40-50% .

У холодний час року на півдні переважають східні і північно-східні вітри, на півночі – південні, перехідні в південно-західні. У теплий період року напрямок вітрів майже однотипний: панують північно-західні вітри, а на півдні спостерігаються східні і південно-східні – суховії.

При посушливій погоді і збільшенні швидкості вітру, при яких відбувається перенос із земної поверхні часток пилу і піску, виникають пилові бурі, що наносять великий збиток сільському господарству. Пилові бурі утворюються в основному в період з березня по вересень. Весняні пилові бурі спостерігаються на всій території південних і південно-східних районів України. У Херсонській, Запорізькій, Донецькій, Миколаївській областях, у степових районах Криму й у більшості районів Одеської областей вони виникають щорічно.

Таким чином, південний Степ України характеризується довгим безморозним періодом, великою кількістю тепла і сонячного світла, частими суховійними вітрами, невеликою кількістю опадів, нестійкою малосніжною зимою, сухим і жарким літом, короткою весною і в більшості випадках сухою сонячною осінню. Тому для підвищення продуктивності рослин необхідно використовувати зрошення.

Дослідні поля ДВНЗ «ХДАУ» входять в південний агрокліматичний район, помірно спекотний, дуже посушливий, гідротермічний коефіцієнт за Селяніновим (ГТК) складає 0,6. Клімат регіону характеризується значними ресурсами тепла, недостатньою кількістю опадів, особливо в літній період і нерівномірним розподілом їх протягом року.

Для району характерні різкі коливання температури в зимовий період, часто з повною відсутністю опадів. Літо найчастіше жарке і посушливе. Максимальна температура повітря в окремі дні досягає 39-40 °С. Відносна вологість повітря в денні години в червні-серпні нерідко знижується до 35-49%. За період з квітня по вересень, в цій зоні спостерігається в середньому 10 суховійних днів. Опади, випадають переважно у вигляді злив, швидко стікають і випаровуються. Тривалість бездошових періодів знаходиться в межах 40-45 днів, а в окремі роки – 60 днів і більше. Нижче нами наводиться характеристика погодних умов за роки проведення досліджень, а середньобагаторічне значення основних агрокліматичних чинників викладене в додатках Б1 і Б2.

2013 рік. Грудень відрізнявся прохолодною, з опадами у вигляді дощу та снігу, погодою. Середньомісячна температура становила $0,9^{\circ}\text{C}$ морозу, що на $1,0^{\circ}\text{C}$ нижче норми. 14 грудня відбувся перехід середньодобової температури повітря через 0°C в бік зниження. Опадів за місяць випало 33,5 мм. Січень 2013 року був теплим. Середня температура повітря $0,4^{\circ}\text{C}$ морозу, що вище норми на $2,6^{\circ}\text{C}$. Опадів за місяць випало 29,6 мм. Лютий характеризувався теплою та з опадами погодою. Середня температура за місяць становила $2,3^{\circ}\text{C}$ тепла, а опадів за місяць випало 19,6 мм (рис. 2.1).

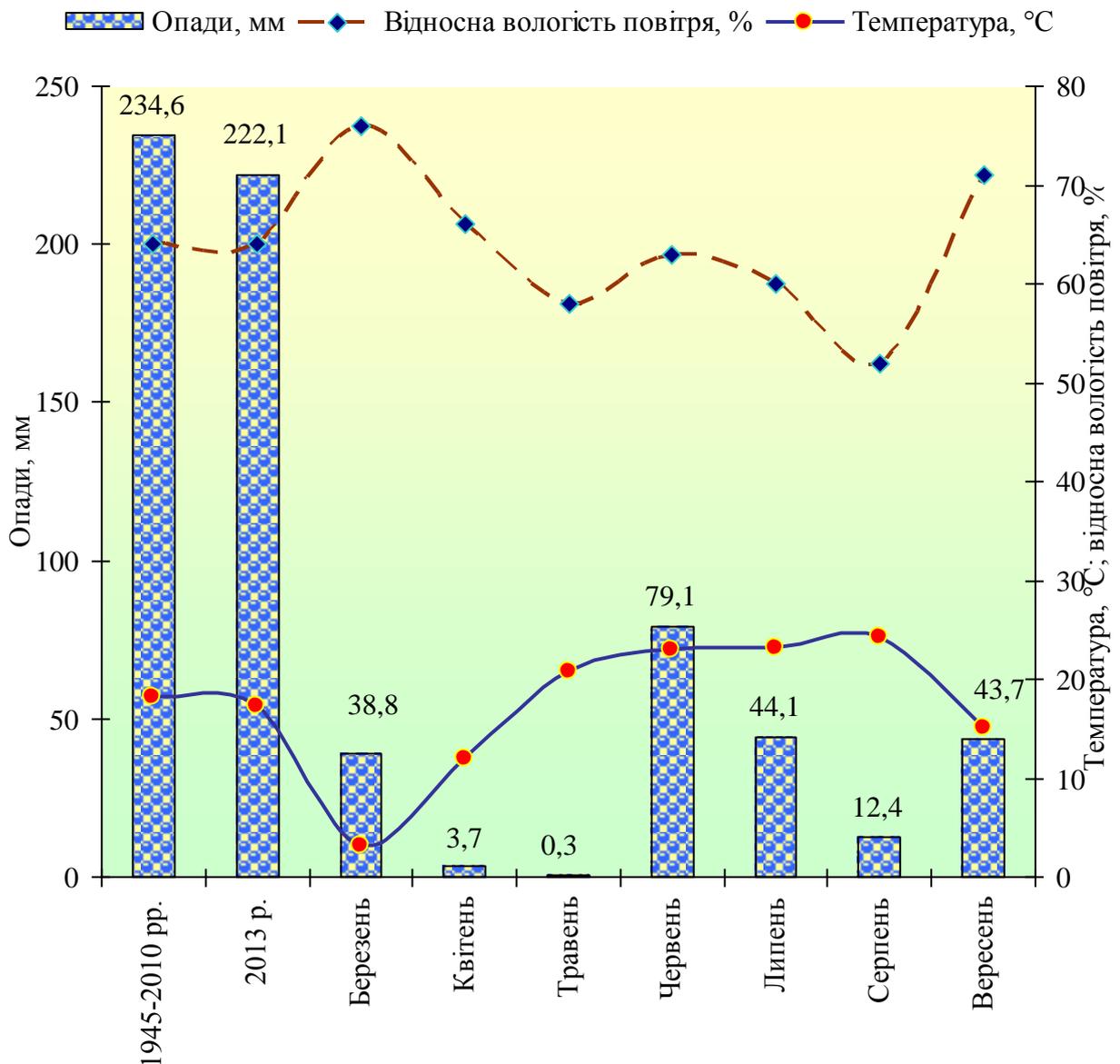


Рис. 2.1 Основні кліматичні показники вегетаційного періоду 2013 року

Березень був теплим, з опадами. Середня температура за місяць була $3,1^{\circ}\text{C}$, опадів випало 38,8 мм. Квітень характеризувався теплою і сухою

погодою, без істотних опадів. Перехід середньодобової температури повітря через $+5^{\circ}\text{C}$ відбувся 31 березня, через $+10^{\circ}\text{C}$ – 15.04, через $+15^{\circ}\text{C}$ – 25.04. Середня температура повітря $11,9^{\circ}\text{C}$, а опадів за місяць випало 3,7 мм. Травень характеризувався жаркою і без опадів погодою. Середня температура повітря була $20,7^{\circ}\text{C}$. Опадів за місяць випало 0,3 мм. Тривалість сонячного сьйва становила 354,5 годин. В цілому весняний період характеризувався теплою погодою з неістотними опадами. Перший місяць літа був жаркий, з істотними опадами. Максимальна температура повітря підвищувалась до $37,0^{\circ}\text{C}$, на поверхні ґрунту – до $64,7^{\circ}\text{C}$. Середня температура повітря становила $23,0^{\circ}\text{C}$, а опадів випало 79,1 мм. Перша декада липня характеризувалася жаркою погодою з істотними опадами. Середня температура повітря за місяць становила $23,2^{\circ}\text{C}$, що на $1,3^{\circ}\text{C}$ вище норми. Протягом місяця опади були нерівномірні, їх кількість становила 44,1 мм. Серпень був спекотний, з невеликою кількістю опадів. Середня температура повітря була $24,2^{\circ}\text{C}$, а кількість опадів складала 12,4 мм. В цілому літо характеризувалося жаркою, інколи спекотною погодою, з нерівномірними опадами. Тривалість сонячного сьйва становила 935 годин при нормі 905,9.

У вересні середньодобова температура повітря становила $15,1^{\circ}\text{C}$, відносна вологість – 71%, а кількість опадів – 43,7 мм. З 18 вересня відбувся перехід через 15°C . Жовтень був помірно теплим, з істотними опадами в першій і другій декаді. Середня за місяць температура повітря склала $9,3^{\circ}\text{C}$, кількість опадів 53,9 мм. Середньодобова температура повітря в листопаді становила $7,5^{\circ}\text{C}$, відносна вологість – 86%. Кількість атмосферних опадів за місяць склала 4,0 мм.

2014 рік. Грудень характеризувався відносно прохолодною погодою без суттєвих опадів. Перехід середньодобової температури повітря через 0°C відбувся 08 грудня. Середня температура повітря в цьому місяці становила $0,5^{\circ}\text{C}$. Кількість опадів була низькою – 3,7 мм. Перша та друга декади січня 2014 року характеризувалися теплою погодою з невеликою кількістю опадів.

Третя декада була холодна, з істотними опадами. Середня температура повітря протягом січня становила $-1,5^{\circ}\text{C}$, а кількість опадів склала 40,6 мм. Лютий характеризувався перемінною погодою з невеликими опадами. Кількість опадів склала 9,6 мм, при середній температурі повітря $-0,1^{\circ}\text{C}$ (рис. 2.2).

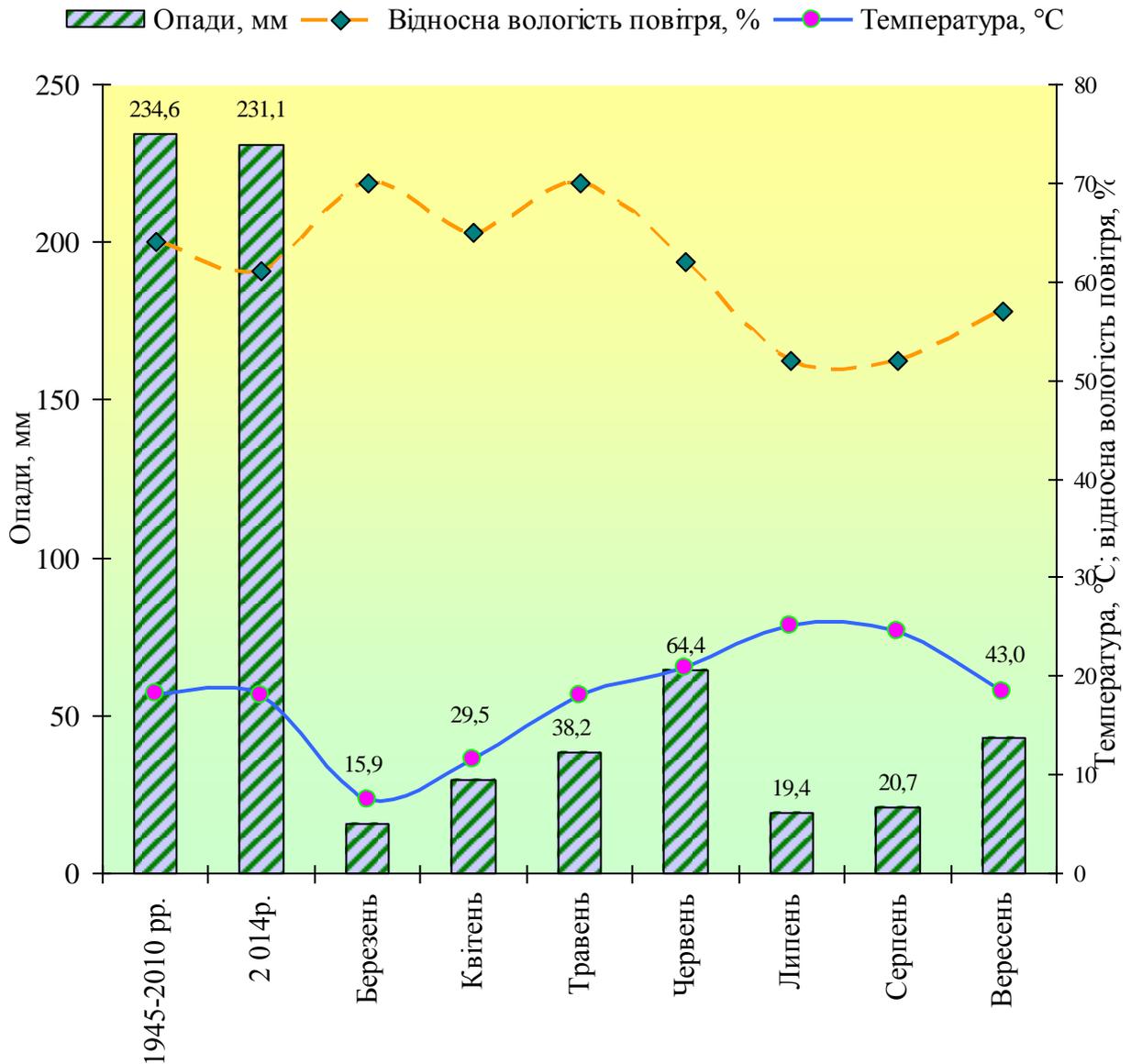


Рис. 2.2 Основні кліматичні показники вегетаційного періоду 2014 року

Перший місяць весни характеризувався теплою погодою з невеликими опадами. Середньодобова температура повітря в березні склала $7,4^{\circ}\text{C}$, з відносною вологістю 70%. Кількість атмосферних опадів, яка випала протягом місяця, становила 15,9 мм. Квітень характеризувався теплою погодою з перемінними опадами. Середня температура повітря у цьому

місяці склала $11,5^{\circ}\text{C}$, кількість опадів – $29,5$ мм. Перша декада травня була холодною, з істотними опадами, а друга та третя – жаркими, з невеликими опадами. Середньодобова температура повітря в березні склала $18,0^{\circ}\text{C}$, з відносною вологістю 70% . Кількість атмосферних опадів, яка випала протягом місяця, становила $38,2$ мм. Перша декада червня була жаркою та з невеликими опадами, друга та третя – відносно теплі, з помірними опадами. Середня температура повітря в червні становила $20,8^{\circ}\text{C}$, а кількість опадів – $64,4$ мм. Протягом липня спостерігалася спекотна погода. Зливовими атмосферними опадами характеризувалася друга декада. У липні середня температура повітря становила $25,1^{\circ}\text{C}$, при кількості опадів $19,4$ мм та відносній вологості 52% . У серпні була жарка погода ($24,5^{\circ}\text{C}$) з помірною кількістю опадів $20,7$ мм. Вересень характеризувався помірно теплою погодою з середньою температурою $18,4^{\circ}\text{C}$ та істотними опадами в кількості $43,0$ мм.

2015 рік. У третій декаді січня і на початку лютого утримувалась аномально тепла погода, яка позитивно вплинула на стан слаборозвинених посівів озимих культур – він дещо покращився, Проте таке коливання температури повітря призводило до періодичного поновлення та припинення вегетації озимих культур. Унаслідок цього, у процесі дихання рослин, витрачалися вуглеводи, що призвело до деякого їх ослаблення. Завдяки опадам (рис. 2.3) у грудні ($13-26,5$ мм), а особливо у січні і на початку лютого ($44-89$ мм), запаси вологи в ґрунті, порівняно із визначенням вологи восени, поповнились у півтора-два рази і розподілились в більш глибоких шарах ґрунту ($50-70$ см).

Погодні умови 2015 року в період вегетації зернового сорго були сприятливими для росту й розвитку, внаслідок цього сформувалась добре розвинена надземна маса з достатньою кількістю продуктивних стебел. Проте таке інтенсивне накопичення біомаси рослин призвело до істотного випаровування та втрат вологи з ґрунту.

Літо 2015 р. було жарким, на початку з опадами, які мали зливовий характер. Середня за сезон температура повітря була $22,5^{\circ}$, що вище норми на $1,5^{\circ}$. Максимальна температура повітря підвищувалась до $38,6^{\circ}$ в другій декаді серпня, а на поверхні ґрунту до $59,7^{\circ}\text{C}$. Опади на протязі літнього періоду випадали нерівномірно: червень - 38,3 мм, липень - 104,6 мм, серпень – 12,1 мм. Так, за сезон випало 155,0 мм, що вище середньо-багаторічної норми на 15%.

Наприкінці вегетаційного періоду, у вересні місяці, склалась посушлива погода з середньодобовою температурою повітря $20,9^{\circ}\text{C}$, що в межах норми. Однак, на цей час не спостерігалось істотних опадів, які склали лише 4,6 мм при нормі 14 мм.

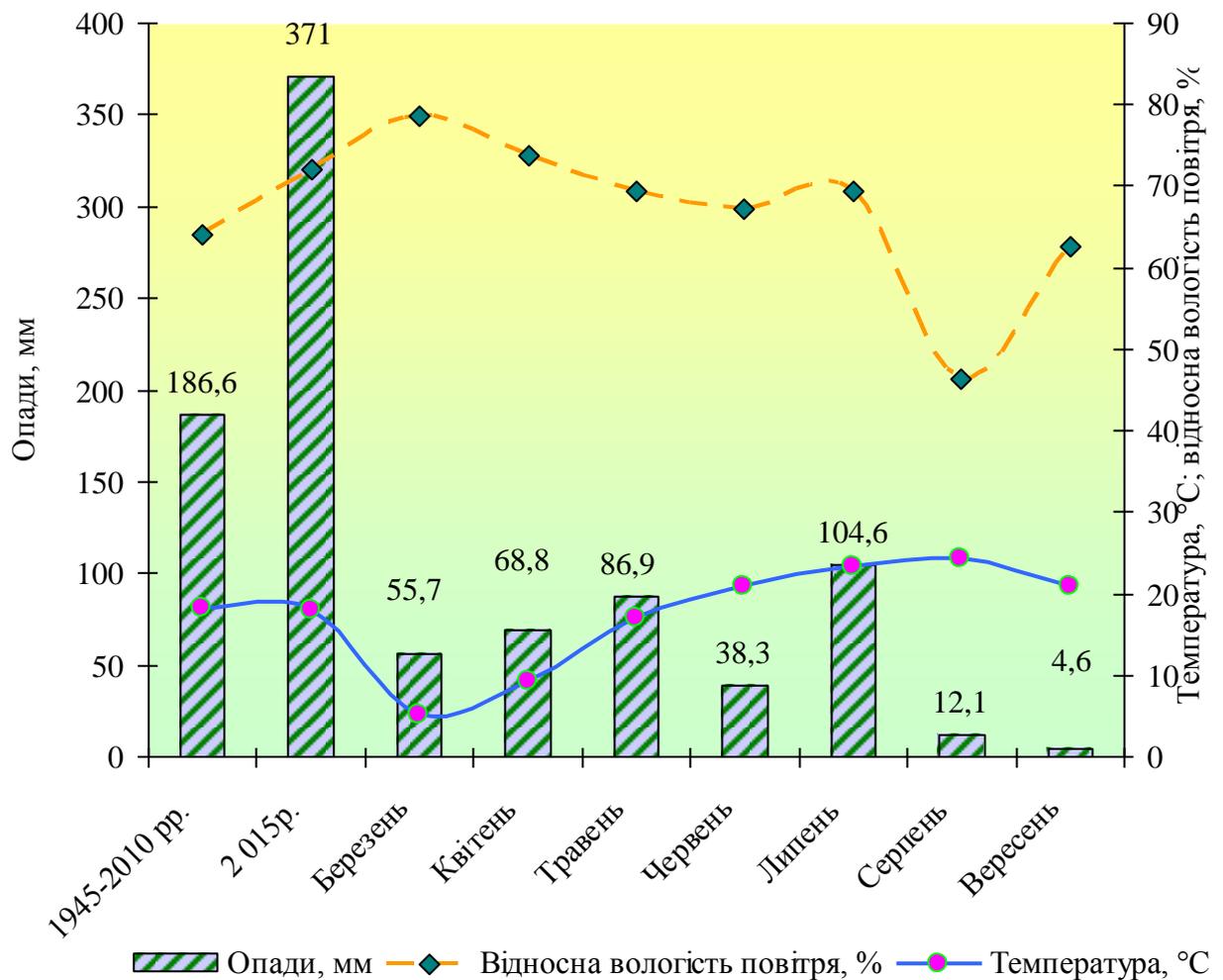


Рис. 2.3 Основні кліматичні показники вегетаційного періоду 2015 року

Таким чином, з наведених даних видно, що в посушливих і напівпосушливих регіонах країни сорго, як ніяка інша культура, здатна забезпечувати високий і стабільний урожай, але при цьому необхідно враховувати всі аспекти ґрунтово-кліматичних зон. Необхідно мати чітке уявлення про те, що відхилення метеорологічних елементів від кліматичної норми впливає на температурний режим, вологозабезпеченість рослин, режим харчування, терміни і норми посіву, тривалість вегетації і, в кінцевому результаті, на врожай і якість продукції.

2.2. Схеми дослідів і програма наукового дослідження основних елементів технології вирощування зернового сорго

Досліди проводились впродовж 2013-2015 років на неполивних землях дослідного поля ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» Комсомольського району Херсонської області. В господарстві представлені темно-каштанові середньосуглинкові слабосолонцюваті ґрунти.

Дослід №1: «Вплив строків сівби та густоти стояння рослин на продуктивність гібридів зернового сорго». Трьохфакторний польовий дослід був закладений методом рендомізованих розщеплених ділянок. Всі основні та допоміжні дослідження, спостереження та відбір зразків проводили у чотириразовій повторності. Посівна площа ділянок 56,0 м², облікова – 33,6 м². Кількість варіантів у досліді 48, загальна кількість ділянок досліду – 192. У польовому досліді вивчалися такі фактори та їх варіанти: *Фактор А* – гібриди зернового сорго: Сонцедар, Прайм, Бургго, Спринт W, Даш Е і Таргга (основні агробіологічні та господарськоцінні характеристики наведені в додатках В1-В3). *Фактор В* – густота стояння рослин в агроценозі на момент повних сходів, тис. шт./га: 100, 140, 180 і 220. *Фактор С* – строки сівби: ранній (за температури ґрунту на глибині загортання насіння 8-10⁰С), що в середньому за роки проведення досліджень співпадало в часі із першою декадою травня місяця; пізній – за температури ґрунту 14-16⁰С або третя декада травня місяця (рис. 2.4, 2.5).



Рис. 2.4 Паспорт польового досліду



Рис. 2.5 Загальний вигляд дослідної ділянки

Дослід №2: «Залежність урожайності гібридів зернового сорго від обробітку посіву стимулятором росту». Двохфакторний польовий дослід був закладений методом рендомізованих розщеплених ділянок. Всі основні, суміжні дослідження, спостереження та відбір зразків проводили у чотириразовій повторності. Посівна площа ділянок 56,0 м², облікова – 33,6 м². Кількість варіантів у досліді 24, загальна кількість ділянок досліду – 96. У польовому досліді вивчалися такі фактори та їх варіанти: *Фактор А* – гібриди зернового сорго: Сонцедар; Прайм; Бургго; Спринт W; Даш Е; Таргга. *Фактор В* – застосування стимулятора росту: без обробітку – контроль, обробіток чистою водою – фон, обробіток 0,01% розчину бурштинової кислоти.

Наукова програма досліджень передбачала вивчення базисних елементів технології вирощування гібридів сорго зернового та їх впливу на фенологічні і біометричні показники, адаптивні властивості рослин, фітосанітарний стан посівів, насінневу продуктивність та якісні показники культури. Зокрема, програмою наукових досліджень передбачалося:

- оцінити адаптивні властивості гібридів сорго зернового з позицій відповідності екологічним умовам зони вирощування, толерантності відносно комплексу несприятливих факторів абіотичного і біотичного характеру, стійкості до вилягання і осипання насіння;
- з'ясувати вплив строків сівби, густоти стояння рослин та генетичних особливостей на основні фенологічні ознаки гібридів культури (термін настання основних фенофаз, тривалість окремих міжфазних періодів та загального вегетаційного періоду);
- встановити залежність показників лінійного росту та коефіцієнту кущистості рослин сорго від факторів, що вивчалися в досліді;
- дослідити динаміку накопичення вегетативної надземної та кореневої маси гібридів культури в залежності від факторів, що вивчалися в досліді;

- визначити характер залежності і динаміку розвитку асиміляційного апарату сорго зернового (лінійні розміри листка, їх загальна кількість на рослині, загальна площа листової поверхні, індекс листової поверхні, освітленість агрофітоценозу культури за ярусами) в залежності від сортових особливостей, площі живлення та строків проведення сівби;
- встановити вплив факторів, що досліджувалися, на показник загального водоспоживання культури, коефіцієнт водоспоживання;
- експериментально довести залежність основних показників структури врожаю (маса зерна з однієї волоті, маса 1000 зерен, довжина волоті, кількість зерен у волоті) і архітекtonіки рослини (облистяність та відношення маси зерна до маси незернової частини рослини) сорго зернового від сортових властивостей, густоти стояння рослин в посіві та строку проведення сівби;
- визначити вплив густоти стояння рослин і строку проведення сівби на врожайність кондиційного зерна зернового сорго в перерізі різних районованих і перспективних гібридів;
- з'ясувати доцільність застосування в агроценозі культури синтетичного регулятора росту – бурштинової кислоти з позицій його впливу на інтенсифікацію ростових і продуктивних процесів, а також підвищення адаптивних властивостей рослинного організму;
- провести рейтингову оцінку сучасних гібридів зернового сорго за основними господарсько-цінними ознаками та якісними показниками зерна;
- розрахувати економічну доцільність і енергетичну ефективність вирощування гібридів зернового сорго в незрошуваних умовах Півдня України з метою інтеграції розроблених елементів у загальну зональну ресурсо-енергозаощаджуючу технологію;
- за допомогою дисперсійного аналізу встановити кореляційно-регресійні залежності, індивідуальний та комплексний вплив факторів,

що досліджувалися, на підсумковий показник продуктивності гібридів культури, за допомогою методу нелінійних нейронних мереж побудувати моделі врожайності зернового сорго з високими прогностичними властивостями.

2.3. Методика проведення досліджень і особливості агротехніки в досліді

Закладку та проведення дослідів, відбір ґрунтових і рослинних зразків, підготовку їх до аналізу проводили лише з суворим дотриманням методичних вказівок та Державних стандартів України. Спостереження та облік урожаю проводили за методиками Б.О. Доспехова [60], рекомендаціями по проведенню польових дослідів за редакцією В.І. Остапова [159].

Упродовж вегетаційного періоду в основні фази розвитку сортів і гібридів сорго проводили біометричні виміри: висоти рослин, площі листової поверхні, врожайності зеленої маси. Фенологічні спостереження проводили на постійно виділених площадках у двох несуміжних повтореннях. За початок фази приймали час її настання у 10%, а за повну фазу – у 75% рослин. Обов'язково відмічали дату сівби та проходження основних фаз розвитку.

Густоту посівів визначали два рази за вегетацію на одних і тих самих фіксованих ділянках, які виділили після появи сходів. Перший підрахунок проводили у фазу повних сходів, другий – перед збиранням урожаю. За даними першого обліку визначали польову схожість насіння і формували густоту згідно схеми дослідів, а другого – збереженість рослин за вегетаційний період.

Висоту рослин, площу асиміляційної поверхні листків визначали в основні фази росту та розвитку рослин сорго шляхом проміру 100 закріплених, типових для даного варіанту рослин, у двох несуміжних повтореннях. Висоту рослин вимірювали до фази цвітіння – від поверхні

грунту до верху самого довгого (витягнутого) листка, після фази викидання волоті – від поверхні ґрунту до верхньої кінцівки волоті.

Площу листків встановлювали методом вимірювання лінійних розмірів за параметрами листа з послідуочим розрахунком за формулою:

$$S = k * l * n , \quad (2.1)$$

де, S - площа листка, см^2 ;

k - середній поправочний коефіцієнт, рівний 0,75;

l - довжина листка, см ;

n - ширина листка у найширшому місці, см .

Враховували площу тільки у фізіологічно повноцінних листків. Кількість відібраних рослин – 10 в дворазовому повторенні.

Освітленість в стеблостой сорго зернового проводили в нижньому, середньому та верхньому ярусах у фазу куштиння та цвітіння за допомогою лабораторного люксметру Ю-116.

Паралельно на рослинах, на яких досліджували динаміку і значення накопичення вегетативної і листкової маси, проводили дослідження розвитку кореневої системи культури [16, 112, 113].

Вологість ґрунту на дослідних ділянках визначали термостатно-ваговим методом на двох повтореннях досліду. Проби ґрунту відбирали пошарово через 10 см на глибину 0-100 см для розрахунку сумарного водоспоживання сорго. Повторність визначення дворазова.

Сумарне водоспоживання сорго за весь вегетаційний період визначали методом водного балансу за формулою:

$$E = M + O + (W_h - W_k), \quad (2.2)$$

де, E – сумарне водоспоживання за розрахунковий період, $\text{м}^3/\text{га}$;

M – зрошувальна норма, $\text{м}^3/\text{га}$;

O – опади за період, $\text{м}^3/\text{га}$;

W_h – запас вологи в 0-100 см шарі ґрунту по сходах, $\text{м}^3/\text{га}$;

W_k – запас води в 0-100 см шарі ґрунту при збиранні, м³/га.

Облік опадів проводився за даними Херсонської агрометеорологічної станції. Коефіцієнт водоспоживання визначали за формулою:

$$K_E = \frac{E}{Y}, \quad (2.3)$$

де, K_E – коефіцієнт водоспоживання за період вегетації, м³/ц;

E – сумарне водоспоживання, м³/га;

Y – врожайність зерна, ц/га.

Стійкість рослин до вилягання і обсіпання насіння проводили візуально на 10 типових рослинах кожного варіанту з використанням 5-ти бальної шкали, стійкість до ураження хворобами – з використанням атласу хвороб візуально за диференційованою шкалою.

Елементи структурно-морфологічних показників урожайності досліджувалися по 10 типових рослинах, відібраних із кожної ділянки. Визначалися довжина і маса волоті, маса зерна у волоті, відношення маси зерна до маси волоті, маса 1000 зерен.

Збирання та облік урожаю проводили в фазу повної стиглості зерна методом суцільного обмолоту всієї площі облікової ділянки. Збирання проводили прямим комбайнуванням за допомогою селекційного комбайну Samro-130.

Разом із зважуванням урожаю зерна з кожної ділянки відбирали середні проби для визначення збиральної вологості. Перерахунок величини урожаю на базисну вологість (14%) робили за формулою:

$$Y_6 = Y_\phi \frac{100 - B_\phi}{100 - B_6}, \quad (2.4)$$

де, Y_6 - урожай зерна при базисній вологості, ц/га;

Y_ϕ - урожай зерна при фактичній вологості, ц/га;

B_ϕ - вологість зерна під час збирання урожаю, %;

B_6 - базисна вологість зерна, %.

Результати вимірів, визначень та обліку врожайності піддавали дисперсійному аналізу та статистичній обробці за допомогою комп'ютерної техніки, використовуючи методичні рекомендації по проведенню польових дослідів.

З-поміж якісних показників зерна сорго, зумовлених факторами, що вивчалися в досліді, досліджували вміст білку (метод мінералізації сульфатною кислотою в присутності каталізатору за Штейном-Муром) та крохмалю (метод розчинення в гарячому розчині соляної кислоти з подальшим дослідженням на поляриметрі).

Економічна ефективність різних варіантів польових дослідів проведена згідно з методиками визначення економічної ефективності [26, 58]. Розрахунки здійснені за фактичними витратами, передбаченими технологіями вирощування сорго в умовах Півдня України за фактичними показниками технологічних карт [146].

Для оцінки економічної ефективності брали основні показники: собівартість, умовний чистий прибуток, рівень рентабельності, продуктивність праці. Вартість одержаної продукції (зерно сорго) та агроресурсів обрані за цінами, що фактично склалась у господарствах південного регіону України на 1 червня 2016 р.

Енергетичну оцінку досліджуваних чинників проводили використовуючи «Методику оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур» [4, 22, 42].

Кількість енергії, яка накопичується з урожаєм та кількість енергії, що витрачена на вирощування сільськогосподарської культури вираховували в гігаджоулях (ГДж). Підсумком біоенергетичного аналізу є визначення співвідношення кількості енергії акумульованої в урожаї до кількості енергії, яка була затрачена на виробництво, збирання та після збиральне доопрацювання урожаю.

Це співвідношення виражається коефіцієнтом енергетичної ефективності (K_e) за формулою.

$$K_e = \frac{E_B}{E_0}, \quad (2.5)$$

де: E_B – енергія, отримана з урожаєм;

E_0 – загальні затрати енергії на вирощування культури.

З енергетичної точки зору технологія рахується ефективною, якщо при плановому рівні врожайності сільськогосподарської культури забезпечується умова $E_B > E_0$; $K_e \geq 1,0$. Допустимо рахувати технологічний процес ефективним, якщо відношення енергії, одержаної в господарсько-цінній частині врожаю до затраченої сукупної енергії $< 1,0$, а $K_e > 1,0$ [136, 137].

Для моделювання і прогнозування врожайності зернового сорго ми використовували штучні нейронні мережі (ШНМ), методики відображені у наукових працях Н. Хіанґун [285], А.А. Арзамасцева [13], Н.А. Бахматова [18], В.І. Васильєва [41], Б.М. Володимирського [43], А.М. Горбаня [48], Ю.А. Кравченка [92], О.В. Крючина [98], В.Г. Манжула [132], В.І. Пічури [163], Ф. Уосермана [203].

Статистичний аналіз даних проводився за допомогою комп'ютерних програм «MSTAT» та «Agrobases».

Агротехніка вирощування сорго зернового в польовому досліді була загальноприйнята для даної зони, за виключенням окремих технологічних аспектів (гібрид, густоти стояння та строк сівби), які були взяті для вивчення. Попередником для гібридів сорго зернового була пшениця озима.

Після збирання попередника було проведено два луцення стерні дисковою бороною АГД-3 на глибину 10-12см в з інтервалом 14 діб, що дозволило знищити значну кількість сходів бур'янів, заробити післяжнивні залишки. Після другого луцення перед оранкою вносили мінеральні добрива у вигляді карбаміду і гранульованого суперфосфату.

Під основний обробіток ґрунту вносили 1/3 загальної норми азотних (N_{20}) і повну норму фосфорних добрив (P_{60}). Заробка добрив проводилась за

допомогою основного обробітку ґрунту, яка проводилась на глибину 24-26 см плугом ПЛН-5-35.

Весняний комплекс робіт розпочинали з ранньовесняного боронування при фізичній стиглості ґрунту. Потім проводили суцільну культивуацію на глибину 10-12 см, внесення залишкової кількості азотних добрив $2/3$ (N_{40}). Ґрунтовий гербіцид Фронт'єр оптіма (1,2 л/га) вносили в передпосівну культивуацію, яку здійснювали на глибину 6-8 см.

Для висіву у дослідах використовували районовані для Півдня України гібриди сорго зернового (додаток В1-В3). Сівбу проводили в першій декаді травня сівалкою СН-16 на глибину 6-8 см з нормами висіву згідно схеми досліду.

Після сівби ґрунт прикочували кільчасто-шпоровими котками ЗККШ-6. У фазу 3-6 листків посіви сорго обробляли гербіцидом Пік (0,02л/га), а при утворенні генеративних органів проти шкідників інсектицидом Фастак (0,3 л/га). В період вегетації проводили міжрядні обробітки.

Збирання врожаю проводили по варіантах досліду при настанні вологості зерна 15-16% комбайном «Сампо-130».

Висновки до розділу 2

1. Грунтово-кліматичні умови місця проведення досліджень є типовими для умов Південного Степу України та сприятливими для вирощування сорго зернового. Погодні умови, які склалися у період проведення досліджень, дозволили всебічно та об'єктивно оцінити гібриди зернового сорго, строки їх сівби та густоту рослин в агрофітоценозі за формуванням комплексу господарсько-цінних ознак, адаптивних властивостей, продуктивних якостей та показників якості зерна.

2. Схема дослідів і методика досліджень абсолютно відповідає меті та поставленим завданням. Програма досліджень містить необхідний перелік актуальних наукових положень, висвітлення яких дозволило розв'язати низку нагальних питань технології вирощування зернового сорго в умовах недостатнього природного зволоження і перевести процес виробництва зерна культури на якісно новий рівень.

3. Застосування загальноприйнятих методик наукових досліджень дозволило отримати об'єктивні, вагомі та достовірні результати, які можна інтерпретувати в практичні поради та рекомендації сільгосптоваровиробникам зони Південного Степу, що спеціалізуються на виробництві товарного зерна сорго, та певною мірою пом'якшити гостроту проблеми розбалансування окремих ланок зернового сектору національної економіки.

4. Статистичний аналіз, який був використаний для обробки експериментальних даних, дає можливість отримати об'єктивний характер залежностей, зробити достовірні висновки і надати дієві рекомендації виробництву.

5. Агротехніка вирощування сорго зернового в польовому досліді була загальноприйнята для даної зони, окрім гібридів та окремих елементів технології виробництва, які були взяті для вивчення, що, в свою чергу, дає можливість стверджувати про типовість створених у досліді умов для агрозони.

РОЗДІЛ 3

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ СОРГО ЗЕРНОВОГО В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД СТРОКІВ СІВБИ І ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН

3.1. Вплив факторів, що вивчалися в досліді, на фенологічні показники гібридів зернового сорго

У процесі онтогенезу рослини з віком змінюються за розмірами і зовнішніми морфологічними ознаками. Перехід рослин від однієї фази до іншої, викликаний зміною фізіологічного стану організму, є його реакцією на умови навколишнього середовища (температури, світла, вологи, живлення, повітряно-газового режиму) і супроводжується появою легкопомітних морфологічних змін (утворення нових листків) [223]. Для проходження тієї чи іншої фази росту необхідна певна кількість тепла, вологи і світла. У фазу формування і росту генеративних органів необхідно створювати умови для найінтенсивнішого росту продуктивних органів [231].

В польових дослідях були випробувані ранньостиглі гібриди сорго зернового. У наших дослідях спостереження за ростом рослин сорго зернового проводили за головними фазами росту. Фіксуючи дати настання головних фаз росту і розвитку рослин сорго, розраховували тривалість міжфазних періодів. Дуже важливою господарськоцінною ознакою культури, за якою можна з достатнім рівнем об'єктивності провести всебічну агробіологічну оцінку гібридного складу сорго, тривалість вегетаційного періоду [87]. Зазначена сортова ознака напряму визначає насінневу продуктивність культури, яку той чи інший гібрид здатен сформувати в умовах лімітованого надходження продуктивної вологи, що особливої актуальності набуває саме в зоні із низьким гідротермічним коефіцієнтом, а також зумовлює ритмічність та безперебійність функціонування МТП господарства у період збирання, зменшити непродуктивні втрати генеративної частини врожаю внаслідок несприятливих погодних умов восени, підвищити технологічність проведення комбайнового збирання [106].

Проведені нами в 2013-2015 роках спостереження показали, що даний показник залежав від гідротермічних умов за роки досліджень, особливостей вирощування гібридів, які у даному спостереженні мали вагомніше значення порівняно з метеорологічними умовами. Дані, що ілюструють терміни настання основних фенофаз в середньому за роки проведення досліджень, приведені в таблицях 3.1-3.2.

Залежно від густоти стояння, період вегетації досліджуваних гібридів сорго за раннього строку сівби тривав від 115 до 123 діб.

Таблиця 3.1

**Терміни настання основних фаз росту і розвитку гібридів сорго
зернового за різної густоти стояння рослин і ранньому строку сівби
(середнє за 2013-2015 рр.)**

Гібрид (фактор А)	Терміни настання фаз розвитку							
	сівба	сходи	кущіння	викидання вологі	цвітіння	МВС	повна стиглість	технічна стиглість (вологість 14%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
100 тис. шт./га								
Сонцедар	05.05	14.05	23.06	18.07	27.07	04.09	14.09	25.09
Прайм	05.05	16.05	22.06	17.07	30.07	05.09	16.09	26.09
Бургго	05.05	16.05	22.06	17.07	30.07	05.09	16.09	26.09
Спринт W	05.05	18.05	26.06	21.07	01.08	06.09	17.09	27.09
Даш Е	05.05	16.05	24.06	22.07	02.08	07.09	17.09	27.09
Таргга	05.05	16.05	24.06	21.07	02.08	07.09	18.09	27.09
140 тис. шт./га								
Сонцедар	05.05	14.05	23.06	17.07	27.07	03.09	14.09	24.09
Прайм	05.05	16.05	22.06	19.07	29.07	03.09	15.09	24.09
Бургго	05.05	14.05	22.06	20.07	29.07	03.09	15.09	24.09
Спринт W	05.05	16.05	29.06	20.07	30.07	04.09	16.09	25.09
Даш Е	05.05	16.05	23.06	19.07	30.07	04.09	16.09	26.09
Таргга	05.05	16.05	23.06	20.07	30.07	04.09	16.09	26.09
180 тис. шт./га								

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сонцедар	05.05	14.05	23.06	17.07	24.07	02.09	11.09	23.09
Прайм	05.05	14.05	27.06	17.07	26.07	03.09	12.09	23.09
Бургго	05.05	16.05	27.06	17.07	25.07	03.09	12.09	25.09
Спринт W	05.05	18.05	28.06	18.07	26.07	04.09	13.09	24.09
Даш Е	05.05	16.05	29.07	19.07	27.07	05.09	13.09	25.09
Таргга	05.05	16.05	30.07	19.07	27.07	04.09	13.09	25.09
220 тис. шт./га								
Сонцедар	05.05	14.05	26.06	16.07	24.07	30.08	10.09	23.09
Прайм	05.05	16.05	28.06	16.07	25.07	02.09	12.09	23.09
Бургго	05.05	16.05	29.06	17.07	26.07	01.09	12.09	23.09
Спринт W	05.05	18.05	30.06	17.07	27.07	03.09	13.09	24.09
Даш Е	05.05	16.05	02.07	18.07	28.07	03.09	13.09	24.09
Таргга	05.05	16.05	01.07	19.07	28.07	03.09	13.09	24.09

Аналізуючи дані, наведені в таблиці 3.1, можна зробити висновок про чітку тенденцію, згідно якої за раннього строку сівби із збільшенням ступеню загущеності агроценозу із 100 до 220 тис. шт./га час настання наступної фенологічної фази в першу половину вегетації (до фази кушіння включно) збільшувався на 1-2 доби, а в другу половину вегетації (особливо в період формування генеративних органів), навпаки, зменшувався на 2-3 доби порівняно із ділянками з мінімальним загущенням рослин.

Сівбу в 2013 році проводили 3 травня, в 2014 році – 8 травня і в 2015 році – 5 травня, що співпадало у часі із прогріванням ґрунту на глибині загортання насіння до позначки 8-10⁰С. Із гібридів, що вивчалися, за тривалістю вегетаційного періоду виділявся ранньостиглий гібрид Сонцедар, сходи якого, в середньому за роки проведення досліджень, з'явилися на 2-3 доби раніше порівняно із іншими зразками, що досліджувалися. Починаючи із фази кушення, зазначена тенденція зберіглася, проте термін настання подальших фенологічних фаз скоротився, порівняно із іншими гібридами, що досліджувалися, на 2-4 доби.

Аналогічна тенденція скорочення тривалості міжфазних періодів із підвищенням загущеності стеблостою зернового сорго відмічалася нами і за пізнього строку сівби культури (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Терміни настання основних фаз росту і розвитку гібридів сорго
зернового за різної густоти стояння рослин і пізньому строку сівби
(середнє за 2013-2015 рр.)**

Гібрид (фактор А)	Терміни настання фаз розвитку							
	сівба	сходи	кущіння	викидання вологі	цвітіння	МВС	повна стиглість	технічна стиглість (вологість 14%)
100 тис. шт./га								
Сонцедар	27.05	07.06	16.07	06.08	14.08	20.09	02.10	16.10
Прайм	27.05	06.06	12.07	03.08	10.08	15.09	25.09	11.10
Бургго	27.05	07.06	15.07	05.08	14.08	19.09	02.10	15.10
Спринт W	27.05	08.06	17.07	11.08	20.08	25.09	08.10	20.10
Даш Е	27.05	07.06	15.07	06.08	13.08	18.09	30.09	14.10
Таргга	27.05	07.06	16.07	07.08	16.08	20.09	03.10	16.10
140 тис. шт./га								
Сонцедар	27.05	07.06	15.07	05.08	13.08	19.09	02.10	15.10
Прайм	27.05	06.06	12.07	02.08	10.08	14.09	26.09	10.10
Бургго	27.05	07.06	17.07	04.08	14.08	18.09	31.09	15.10
Спринт W	27.05	08.06	19.07	10.08	19.08	24.09	07.10	20.10
Даш Е	27.05	07.06	16.07	06.08	13.08	17.09	29.09	14.10
Таргга	27.05	07.06	17.07	07.08	14.08	19.09	02.10	15.10
180 тис. шт./га								
Сонцедар	27.05	07.06	14.07	04.08	12.08	18.09	30.09	14.10
Прайм	27.05	07.06	11.07	02.08	09.08	13.09	24.09	09.10
Бургго	27.05	07.06	15.07	04.08	12.08	17.09	30.09	14.10
Спринт W	27.05	08.06	18.07	10.08	18.08	23.09	07.10	19.10
Даш Е	27.05	07.06	14.07	05.08	11.08	16.09	28.09	13.10
Таргга	27.05	07.06	15.07	06.08	14.08	18.09	01.10	14.10
220 тис. шт./га								
Сонцедар	27.05	07.06	13.07	03.08	11.08	17.09	29.09	12.10
Прайм	27.05	07.06	11.07	30.07	07.08	12.09	24.09	09.10
Бургго	27.05	08.06	14.07	03.08	11.08	16.09	29.09	14.10
Спринт W	27.05	08.06	18.07	08.08	17.08	22.09	05.10	18.10
Даш Е	27.05	07.06	13.07	04.08	11.08	15.09	27.09	13.10
Таргга	27.05	08.06	14.07	05.08	13.08	16.09	30.09	14.10

Проте, на відміну від раннього строку сівби, за сівби культури в пізній термін гібридом, що характеризувався мінімальною тривалістю міжфазних періодів, нами визнано гібрид Прайм. В середньому, час настання наступної фенологічної фази і, відповідно, загальна тривалість окремих міжфазних періодів, порівняно з іншими зразками, що досліджувалася, були меншими на 1-3 доби.

Диференційований характер залежності термінів настання фаз розвитку гібридів зернового сорго і загальної тривалості окремих міжфазних періодів від густоти стояння рослин в агроценозі і строку проведення сівби не міг не позначитися на формуванні такого важливого показника, як загальна тривалість вегетаційного періоду культури, що на пряму зумовлює не лише характер перебігу продуктивних процесів у відповідності до абіотичних і біотичних умов середовища, а й технологічність збирання генеративної частини врожаю, непродуктивні втрати якої при комбайновому збиранні залежать від погодних умов (насамперед, опадів і відносної вологості повітря) (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Тривалість вегетаційного періоду гібридів сорго зернового за різних строків сівби і густоти стояння рослин, діб (середнє за 2013-2015 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)							
	100		140		180		220	
	Строк сівби (фактор С)							
	8-10 ^o C	14-16 ^o C	8-10 ^o C	14-16 ^o C	8-10 ^o C	14-16 ^o C	8-10 ^o C	14-16 ^o C
Сонцедар	119	117	118	116	117	115	116	114
Прайм	120	112	118	111	117	110	115	109
Бургго	120	116	119	116	118	115	117	114
Спринт W	127	122	126	121	125	120	124	120
Даш Е	121	115	120	115	118	113	117	112
Таргга	122	117	120	116	118	115	118	114

В середньому за роки проведення досліджень, нами встановлена стала закономірність, згідно якої із проведенням сівби зернового сорго в більш пізні терміни загальна тривалість вегетаційного періоду культури істотно зменшується порівняно із сівбою в ранній термін. Найбільш пластичним гібридом, що майже не реагував зміною тривалості вегетаційного періоду на перенесення строку сівби на пізні терміни, нами визнано гібрид Сонцедар (в середньому, скорочення тривалості вегетації становило 2-3 доби у порівнянні із раннім строком сівби). Найбільше реагував на пізні строки проведення сівби (до 5-7 діб) – гібрид Прайм. За всіма гібридами, що вивчалися в досліді, відмічена тенденція зменшення загальної тривалості вегетаційного періоду із збільшенням загущеності стеблостою (в середньому, на 6-7 діб із збільшенням норми висіву від 100 до 220 тис. шт./га).

Тривалість вегетаційного періоду гібридів культури в середньому по досліді проілюстрована в рис. 3.1.

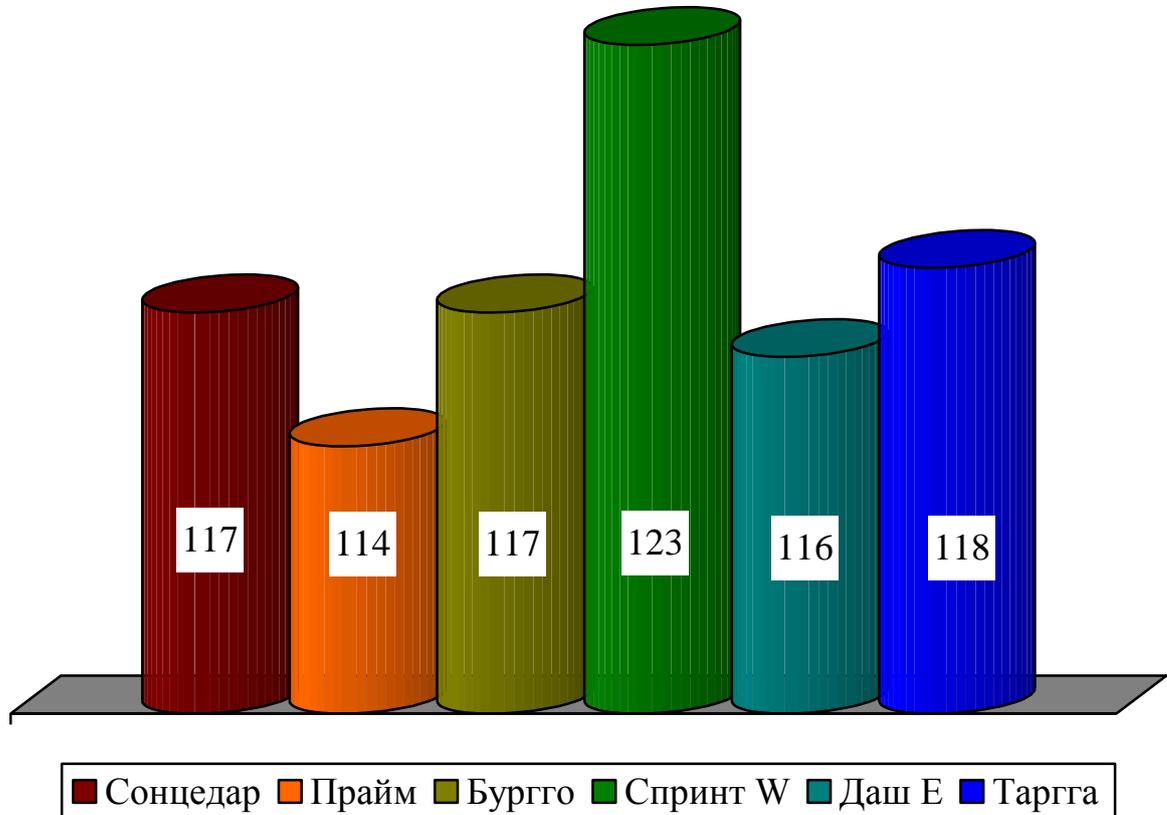


Рис. 3.1 Тривалість вегетаційного періоду гібридів зернового сорго, діб (середнє за 2013-2015 рр.)

Максимальну скоростиглість в досліді за роки проведення досліджень продемонстрував гібрид Прайм: в середньому, з моменту отримання повних сходів і до технічної стиглості насіння (за вологості 14%) проходило 114 діб, що на 9 діб менше за аналогічний показник, що відмічався за варіантом гібриду Спринт W (123 діб відповідно). Решта зразків, що досліджувалися, продемонстрували тривалість вегетаційного періоду в межах 116-118 діб.

Окрім таких дієвих факторів, що напряму зумовлюють характер перебігу вегетації, моделюють термін настання фаз росту і розвитку і тривалість окремих міжфазних періодів, як густота стояння рослин і строк сівби, за результатами наших досліджень на фенологічні показники гібридів зернового сорго істотний вплив мав і обробіток агроценозу стимулятором росту рослин – розчином бурштинової кислоти. І хоча зазначена залежність за своєю інтенсивністю поступалася такій, що була відмічена нами за строком сівби і густотою стояння росли, проте її характер був яскраво вираженим (рис. 3.2 і 3.3).



а)

б)

Рис. 3.2 Вигляд агроценозу сорго зернового у фазу технічної стиглості:
а) – без обробітку стимулятором; б) – із обробітком

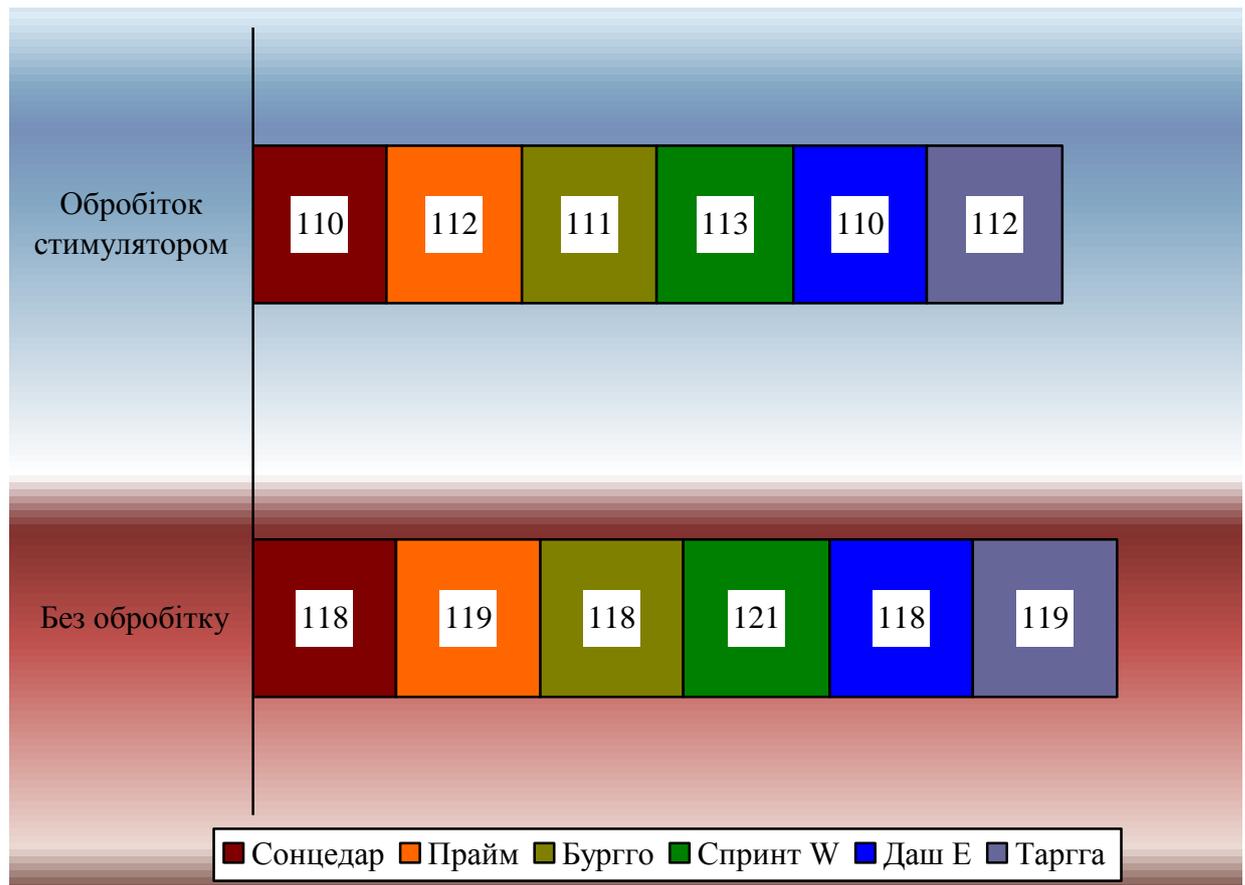


Рис. 3.3 Вплив обробітку стимулятором росту (0,01% розчин бурштинової кислоти) на показник тривалості вегетаційного періоду гібридів зернового сорго, діб (середнє за 2013-2015 рр.)

За результатом проведених досліджень можна зробити висновок про позитивний вплив застосованої росторегулюючої сполуки на ростові процеси зернового сорго. В середньому, за рахунок оптимізації перебігу міжфазних періодів культури, нами відмічене зменшення загальної тривалості вегетаційного періоду гібридів на 7-6 доби. Зазначена тенденція також сприяла покращенню ростових процесів, біометричних показників та кількісно-якісних ознак урожаю культури (див. розділ 3.2-4.3).

В цілому, аналізуючи фенологічні показники гібридів зернового сорго, що вивчалися в досліді, можна зробити висновок, що за показником загальної тривалості вегетаційного періоду всі зразки задовольняють агротехнологічні вимоги щодо гібриду, придатного для вирощування в умовах Південного Степу України – настання фази технічної стиглості зерна

припадає на період (перша половина жовтня), для якого за багаторічними спостереженнями характерна відсутність надмірних атмосферних опадів і підвищеної відносної вологості повітря, що позитивним чином позначається на якості комбайнового збирання і мінімізує непродуктивні втрати генеративної частини врожаю як на корені, так і при подальшому доопрацюванні (очищення, сушіння) в бурті.

3.2. Аналіз біометричних параметрів росту і розвитку рослин культури, зумовлених строками сівби та загущеністю агроценозу

Висота рослини, за думкою багатьох авторів, є одним із основних морфологічно-фізіологічних показників, що визначає ярусність посіву, зумовлює домінуючу здатність агрофітоценозу та конкурентоспроможність культурних рослин по відношенню до бур'янів [126]. Від зазначеного показника архітекtonіки рослини сорго напряду залежить освітленість рослин, аерація посівів та інші складові продуктивності асиміляційних процесів [209].

В таблиці 3.4 нами приведені дані, що ілюструють вплив досліджуваних факторів на показник середньої висоти рослин в середньому за роки проведення досліджень, а в перерізі окремих років – в додатку Д. Аналіз наведених даних дає можливість зробити висновок, що всі досліджувані гібриди сорго зернового належать до компактної групи, а через це мало різняться між собою за висотою. В досліді встановлена чітка закономірність, згідно якої висота рослин всіх гібридів збільшувалась із збільшенням густоти стояння рослин і досягала максимуму при густоті 220 тис. шт./га. Наведений характер залежності відмічався нами як за раннього, так і за пізнього строків сівби культури. В середньому, із збільшенням густоти стояння рослин з 100 до 220 тис. шт./га середня висота гібридів зернового сорго за раннього строку сівби збільшувалась на 10,5 см, за пізнього – на 8,5 см. Стосовно строку проведення сівби, то зазначений фактор зумовлював зменшення показника висоти рослин за проведення сівби культури в більш пізні календарні терміни за всіма варіантами гібридів.

Зменшення середньої висоти рослин сорго гібриду Сонцедар, висіяного в ранній строк, по відношенні до зазначеного показника, що досліджувався на ділянках, висіяних у пізній строк, склало, відповідно з 86,8 до 69,0 см (-17,8 см), Прайм – з 90 до 73,8 см (-16,2 см), Бургго – з 87,8 до 73,8 см (-14,0 см), Спринт W – з 85,8 до 74,5 см (-11,3 см), Даш Е – з 78,8 до 69,8 см (-9,0 см) і Таргга з 82,3 см до 71,5 см (-10,8 см) (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Висота рослин гібридів сорго зернового за різних строків сівби та густоти стояння в фазу цвітіння, см (середнє за 2013-2015 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт. /га (фактор В)			
	100	140	180	220
8-10 ⁰ С (фактор С)				
Сонцедар	81	83	91	92
Прайм	88	89	90	93
Бургго	84	86	90	91
Спринт W	78	84	89	92
Даш Е	73	76	82	84
Таргга	76	78	84	91
14-16 ⁰ С (фактор С)				
Сонцедар	60	69	72	75
Прайм	68	72	76	79
Бургго	72	72	74	77
Спринт W	72	75	75	76
Даш Е	64	70	72	73
Таргга	68	70	73	75
НІР ₀₅ , см	А	3,13-4,63		
	В	1,61-2,94		
	С	5,64-6,07		
	АВС	7,74-8,38		

Максимальне значення показнику висоти рослин в досліді в середньому за роки проведення досліджень відмічене нами за варіантом гібриду Прайм, висіяного із максимальною густотою 220 тис. шт./га – 93 см і 79 см відповідно за раннього і пізнього строків сівби, мінімальне – за варіантом гібриду Даш Е за раннього строку сівби (73 см) і Сонцедар (60 см) – за пізнього строку (рис. 3.4-3.6).



а)

б)

**Рис. 3.4 Висота рослин зернового сорго за раннього (а)
і пізнього (б) строків сівби, см**



Рис. 3.5 Дослідження показника середньої висоти рослин сорго

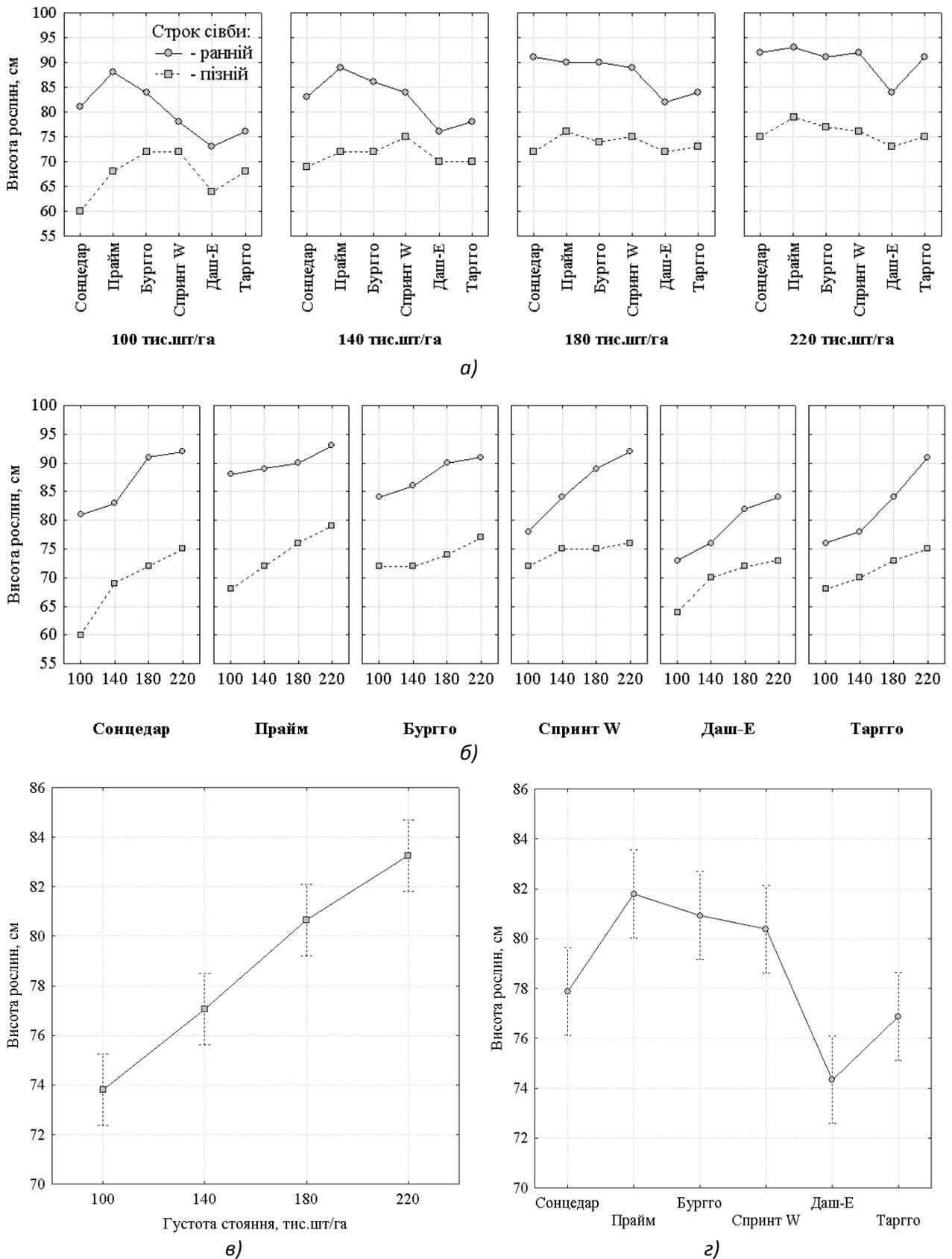


Рис. 3.6 Зміна висоти рослин гібридів сорго зернового залежно від густоти стояння рослин та строків сівби, см (середнє за 2013-2015 рр.): а) розподіл за густотою стояння, тис. шт./га; б) розподіл за гібридним складом; в) середнє значення висоти рослин та довірчий інтервал (0,95) в залежності від густоти стояння; г) середнє значення висоти рослин та довірчий інтервал (0,95) в залежності від гібридного складу

Як відомо, основними фізіологічними показниками, які визначають продуктивність рослин, є площа та потужність (маса) асиміляційного апарату, котрі, в свою чергу, зумовлюються кількістю листя на одній рослині та його масою, що є похідною від вмісту мезофілу в листковій пластинці, та густота стояння рослин [59].

Для досягнення високого врожаю сільськогосподарських культур необхідно керувати продукційним процесом. Регулюючи фактори та умови зовнішнього середовища, можна досягти оптимальних параметрів всіх основних фотосинтетичних показників: розміру листкового апарату, фотосинтетичного потенціалу й чистої продуктивності фотосинтезу. Фотосинтез – головний процес накопичення біомаси посіву й має велике значення в процесі життєдіяльності рослин. Відмічено, що 90-95% всього врожаю утворюється в листках в процесі фотосинтезу [148].

В свою чергу, інтенсивність фотосинтезу залежить від величини листкової поверхні та потужності асиміляційної паренхіми листків, а також режиму їх живлення і тривалості активної дії листя. Ці показники є вирішальним фактором продуктивності фотосинтезу, що визначає кількісні та якісні показники врожаю [97, 210].

Результати дослідження показника кількості листків на одній рослині зернового сорго в залежності від особливостей гібриду, густоти стояння рослин і строку сівби наведені в таблиці 3.5 і додатку Е. Їх аналіз дозволяє зробити висновок, що із збільшенням густоти стояння рослин кількість листків на одній рослині істотно зменшувалася за всіма варіантами гібридів.

Також в досліді відмічено, що середнє значення зазначеного показника за пізнього строку сівби значно поступалося тому, що був відмічений за раннього строку (в середньому, на 2,2 шт./рослину).

Найбільшого значення цей показник досягав за мінімальної густоти (100 тис. шт./га) на всіх варіантах гібридів, але максимальним був у гібридів Сонцедар – 13,8 шт. та Даш Е – 13,0 шт. за раннього строку сівби і 12,7 шт. у цих же гібридів за пізнього строку. За максимальної густоти посіву

(220 тис. шт./га) цей показник також визначався генотипом гібрида і становив у гібрида Сонцедар – 10,9 шт., а у Даш Е – 11,3 шт.

Таблиця 3.5

Кількість листків на 1 рослині гібридів сорго зернового за різних строків сівби і густоти стояння рослин, шт. (середнє за 2013-2015 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота посівів, тис. шт./га (фактор В)			
	100	140	180	220
8-10 °С (фактор С)				
Сонцедар	13,8	13,3	12,6	12,2
Прайм	10,7	10,4	10,0	9,6
Бургго	10,7	10,6	10,1	9,4
Спринт W	12,9	12,9	12,0	11,4
Даш Е	13,0	12,8	12,6	12,1
Таргга	10,8	10,8	10,0	9,4
14-16 °С (фактор С)				
Сонцедар	12,7	11,2	10,8	10,9
Прайм	11,0	10,3	10,1	9,7
Бургго	10,4	10,0	9,4	9,5
Спринт W	12,5	12,4	12,1	11,2
Даш Е	12,7	12,3	12,0	11,3
Таргга	11,0	10,6	10,1	9,5
НІР ₀₅ , шт.	А	0,84-0,98		
	В	0,96-1,47		
	С	0,80-1,99		
	ABC	2,12-3,37		

Найменша кількість листків була відмічена за варіантами гібридів Бургго і Таргга, висіяних із максимальною густотою. Причому зазначений показник не залежав від строку сівби культури і становив в середньому за роки проведення досліджень 9,4-9,5 шт./рослину.

Розподіл залежності показника кількості листків на одній рослині, а також його середні значення за факторами, що вивчалися в досліді, наведені на рисунку 3.7.

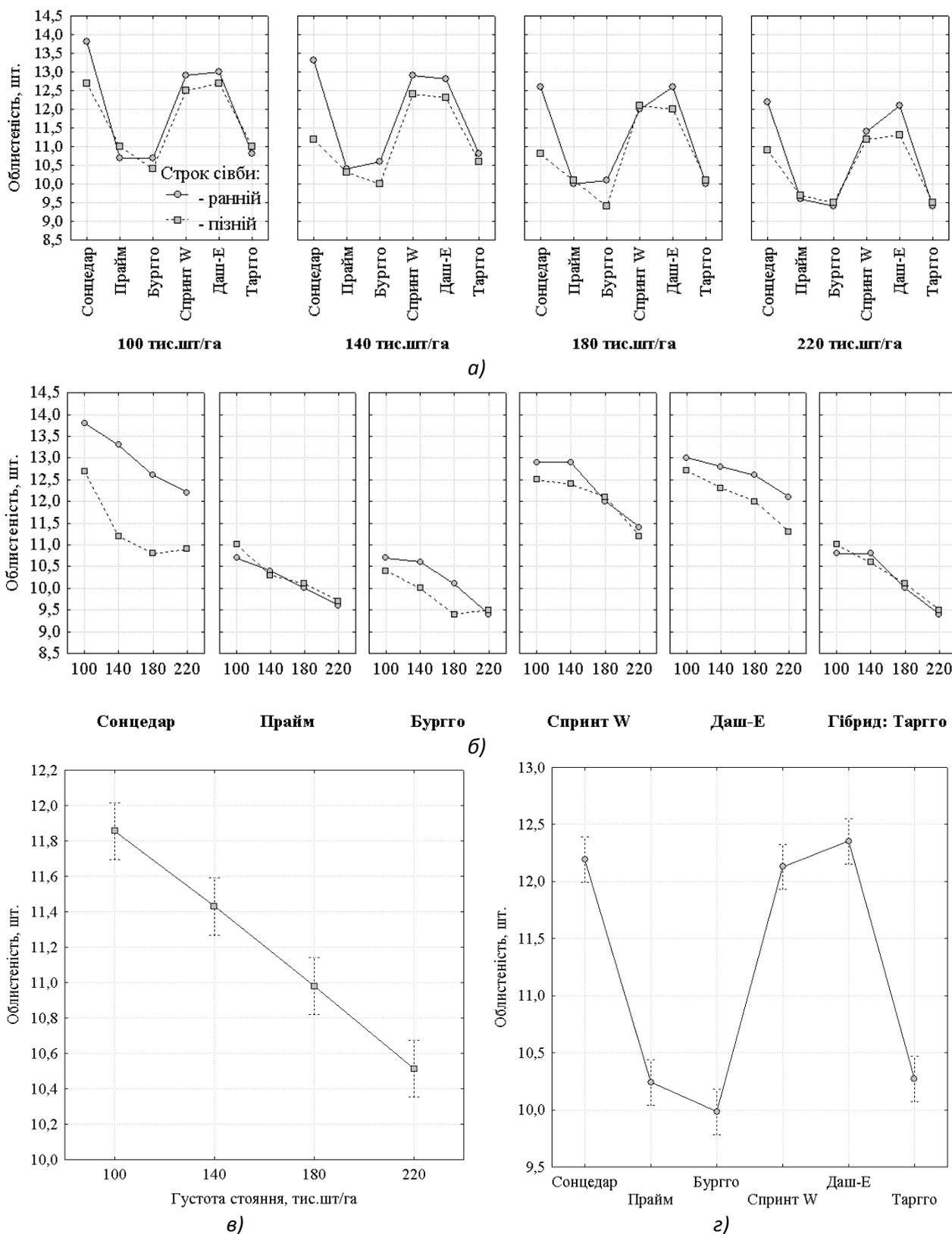


Рис. 3.7 Залежність облистяності рослин гібридів сорго зернового від густоти стояння рослин та строків сівби, шт. (середнє за 2013-2015 рр.): а) розподіл за густотою стояння, тис. шт./га; б) розподіл за гібридним складом; в) середнє значення облистяності рослин та довірчий інтервал (0,95) в залежності від густоти стояння; г) середнє значення облистяності рослин та довірчий інтервал (0,95) в залежності від гібридного складу

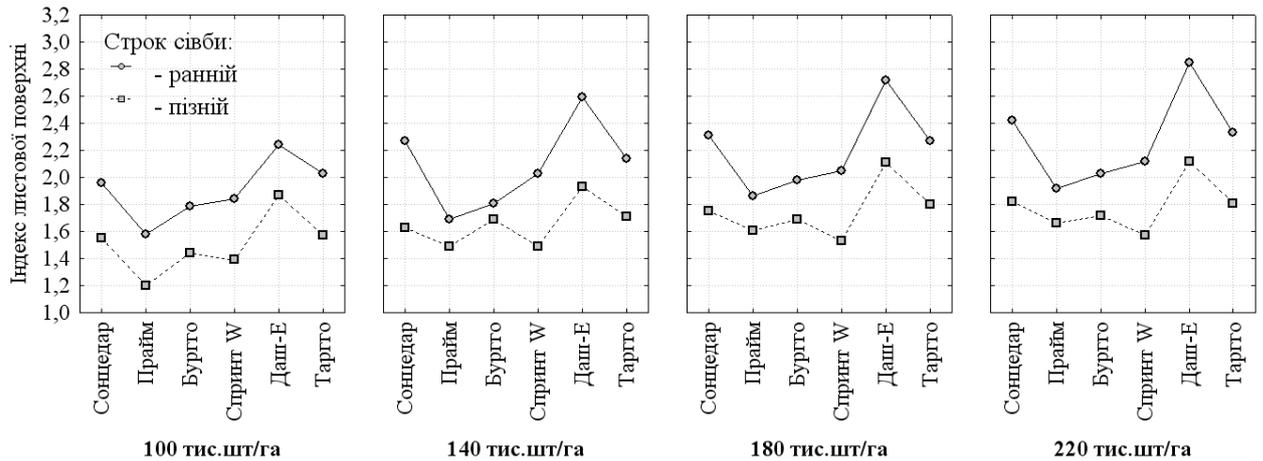
Оскільки листок, як окрема складова загального асиміляційного апарату рослинного організму, відіграє важливу роль в процесі утворенні органічної речовини [32, 139, 148], ми вважали за необхідне проаналізувати розмір площі листової поверхні зернового сорго, зумовлений факторами, що досліджувалися. Показники значення індексу листової поверхні, який ілюструє площу листа рослин на одиниці площі, а також характер його залежності від факторів досліду, та освітленості ярусів агроценозу, наведені в табл. 3.6 і 3.7, рис. 3.8, а за роки проведення досліджень – в додатку Ж.

Таблиця 3.6

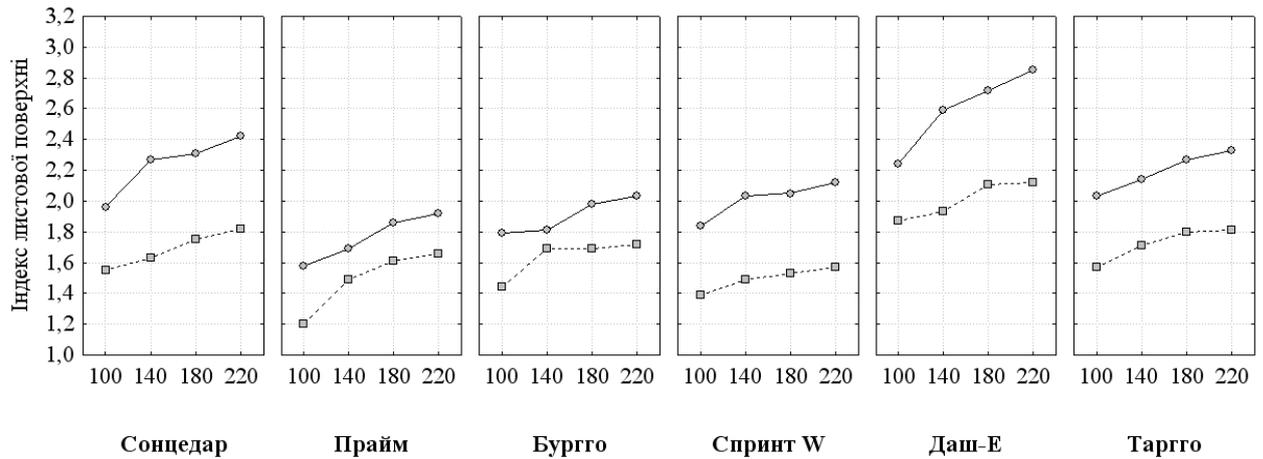
Індекс листової поверхні гібридів сорго зернового за різних строків сівби і густоти стояння рослин (середнє за 2013-2015 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота посіву, тис. шт./га (фактор В)			
	100	140	180	220
8-10 °С (фактор С)				
Сонцедар	1,96	2,27	2,31	2,42
Прайм	1,58	1,69	1,86	1,92
Бургго	1,79	1,81	1,98	2,03
Спринт W	1,84	2,03	2,05	2,12
Даш Е	2,24	2,59	2,72	2,85
Таргга	2,03	2,14	2,27	2,33
14-16 °С (фактор С)				
Сонцедар	1,55	1,63	1,75	1,82
Прайм	1,20	1,49	1,61	1,66
Бургго	1,44	1,69	1,69	1,72
Спринт W	1,39	1,49	1,53	1,57
Даш Е	1,87	1,93	2,11	2,12
Таргга	1,57	1,71	1,80	1,81
НІР ₀₅	А	0,26-0,41		
	В	0,19-0,30		
	С	0,41-0,75		
	АВС	0,98-1,64		

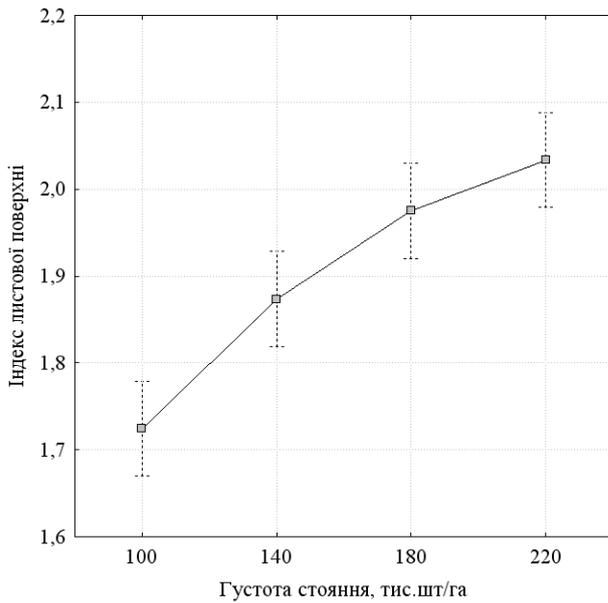
Аналіз наведених вище даних вказує, що показник індексу листової поверхні гібридів сорго зернового характеризувався тенденцією підвищення із збільшенням густоти стояння рослин за обох строків проведення сівби.



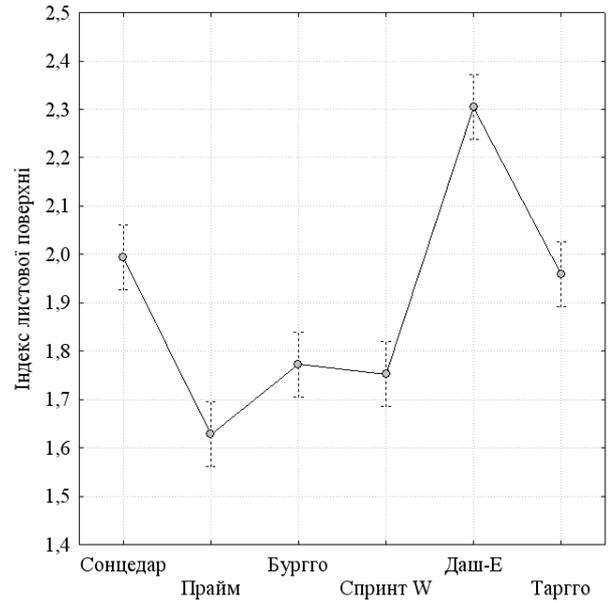
а)



б)



в)



г)

Рис. 3.8. Залежність індексу листової поверхні рослин гібридів сорго зернового залежно від густоти стояння рослин та строків сівби (середнє за 2013-2015 рр.): а) розподіл за густотою стояння, тис. шт./га; б) розподіл за гібридним складом; в) середнє значення індексу листової поверхні рослин та довірчий інтервал (0,95) в залежності від густоти стояння; г) середнє значення індексу листової поверхні рослин та довірчий інтервал (0,95) в залежності від гібридного складу

Таблиця 3.7

Освітленість за ярусами гібридів сорго зернового в різні фази за різних строків сівби і густоти стояння рослин, люкс (середнє за 2013-2015 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота посіву, тис. шт./га (фактор В)											
	100			140			180			220		
	верхній ярус	середній ярус	нижній ярус	верхній ярус	середній ярус	нижній ярус	верхній ярус	середній ярус	нижній ярус	верхній ярус	середній ярус	нижній ярус
Фаза кущіння (25.06)												
8-10 °С (фактор С)												
Сонцедар	48	36	22	48	35	20	48	35	18	48	33	17
Прайм	48	40	26	48	38	24	48	38	22	48	35	21
Бургго	48	37	23	48	36	22	48	34	20	48	33	19
Спринт W	50	34	18	50	32	18	50	30	16	50	30	15
Даш Е	50	35	21	50	34	20	50	32	17	50	30	16
Таргга	50	37	23	50	37	21	50	35	20	50	33	18
14-16 °С (фактор С)												
Сонцедар	52	39	21	52	39	20	52	36	20	52	35	18
Прайм	52	40	28	52	40	26	52	39	25	52	37	23
Бургго	52	35	20	52	35	20	52	33	19	52	32	19
Спринт W	50	30	19	50	30	17	50	29	17	50	29	16
Даш Е	50	33	20	50	33	18	50	31	16	50	31	16
Таргга	50	36	21	50	35	20	50	33	20	50	32	18
Фаза цвітіння (30.07)												
8-10 °С (фактор С)												
Сонцедар	46	20	9	46	20	7	46	19	6	46	19	5
Прайм	46	24	12	46	24	11	46	23	11	46	22	10
Бургго	46	23	8	46	22	8	46	22	7	46	20	6
Спринт W	48	19	8	48	16	7	48	16	6	48	15	5
Даш Е	47	27	7	47	26	7	47	25	6	47	24	5
Таргга	47	25	10	47	25	9	47	23	8	47	22	8
14-16 °С (фактор С)												
Сонцедар	53	23	9	53	21	7	53	20	7	53	19	6
Прайм	53	29	16	53	28	15	53	26	15	53	26	14
Бургго	53	24	13	53	22	13	53	20	11	53	20	11
Спринт W	51	20	6	51	18	5	51	17	4	51	16	4
Даш Е	49	26	7	49	25	5	49	23	5	49	22	4
Таргга	49	28	15	49	27	13	49	27	13	49	24	12

Особливої інтенсивності процес збільшення значення індексу листової поверхні набув в діапазоні густоти стояння 100-140 тис. шт./га, із збільшенням густоти стояння з 180 до 220 тис. шт./га у більшості гібридів різниця була незначною.

Найбільшим цей показник був у гібрида Даш Е і становив за раннього строку сівби 2,72 та 2,11 за пізнього, що прямо корелює з урожайністю зерна.

Значна кількість науковці схиляються до думки, що оптимальна освітленість в ярусах агрофітоценозу зернового сорго, зважаючи на його високі вимоги до інтенсивності інсоляції, є запорукою реалізації потенціалу продуктивності сортів і гібридів [181, 191, 210]. Аналіз зазначеного фактору був проведений нами за всіма варіантами досліду у дві фази росту і розвитку, для яких характерні максимальні темпи накопичення вегетативної маси і, відповідно, асиміляційного апарату – кущіння і цвітіння. Встановлено, що освітленість стеблостою культури у верхньому, середньому та нижньому ярусах істотно зменшувалася із збільшенням ступеню його загущеності у всіх гібридів, що досліджувалися. Стосовно строку сівби, то за раннього її проведення освітленість агрофітоценозу дещо поступалася такій, що була відмічена за пізнього строку. Даний факт ми пояснюємо тим, що за пізнього строку сівби кількість листків на рослині, загальна площа листової поверхні, її індекс через більш несприятливі умови вологозабезпечення істотно поступалися тим, що формувалися за раннього строку сівби. Відповідно, взаємне затінення ярусів культури зменшувалося, що зумовило наступне значення освітленості у фазу кущіння: освітленість верхнього ярусу за густоти стояння рослин 100 тис. шт./га склала 49,0 лк за раннього строку сівби і 51,0 лк за пізнього, середнього – 36,5 і 35,5 лк, нижнього – 22,2 і 21,5 лк; за 140 тис. шт./га : верхній ярус – 49,0 і 51,0 лк, середній – 35,3 і 35,3 лк, нижній – 20,8 і 20,2 лк; за 180 тис. шт./га: верхній ярус – 49,0 і 51,0 лк, середній – 34,0 і 33,5 лк, нижній – 18,8 і 19,5 лк; за 220 тис. шт./га: верхній ярус – 49,0 і 51,0 лк, середній – 32,3 і 32,7 лк, нижній – 17,7 і 18,3 лк. У фазу цвітіння середні значення показника були істотно меншими, що пояснюється

втратою певної частини асиміляційного апарату культури через відмирання. Освітленість верхнього ярусу посіву в фазу цвітіння за густоти стояння рослин 100 тис. шт./га склала 46,7 лк за раннього строку сівби і 51,3 лк за пізнього, середнього – 23,0 і 25,0 лк, нижнього – 9,0 і 11,0 лк; за 140 тис. шт./га : верхній ярус – 46,7 і 51,3 лк, середній – 22,2 і 23,5 лк, нижній – 8,2 і 9,7 лк; за 180 тис. шт./га: верхній ярус – 46,7 і 51,3 лк, середній – 18,0 і 22,2 лк, нижній – 7,3 і 9,2 лк; за 220 тис. шт./га: верхній ярус – 46,7 і 51,3 лк, середній – 17,0 і 17,8 лк, нижній – 6,5 і 8,5 лк.

В таблиці 3.8, на рис. 3.9 і в додатку 3 наведені результати дослідження загальної маси асиміляційного апарату однієї рослини сорго зернового в залежності від густоти стояння рослин і строку проведення сівби.

Таблиця 3.8

Маса листя гібридів сорго зернового в фазу цвітіння за різних строків сівби і густоти стояння, г/рослину (середнє за 2013-2015 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота посівів, тис. шт./га (фактор В)			
	100	140	180	220
8-10 ⁰ С (фактор С)				
Сонцедар	72	59	56	49
Прайм	63	50	47	44
Бургго	74	62	59	48
Спринт W	99	70	59	56
Даш Е	91	79	67	61
Таргга	72	69	65	57
14-16 ⁰ С (фактор С)				
Сонцедар	60	49	40	36
Прайм	40	36	33	33
Бургго	72	61	47	40
Спринт W	73	47	47	39
Даш Е	76	59	52	46
Таргга	50	43	35	30
НІР ₀₅ , Г	А	4,14-6,39		
	В	4,04-5,83		
	С	8,33-10,18		
	АВС	12,62-14,01		

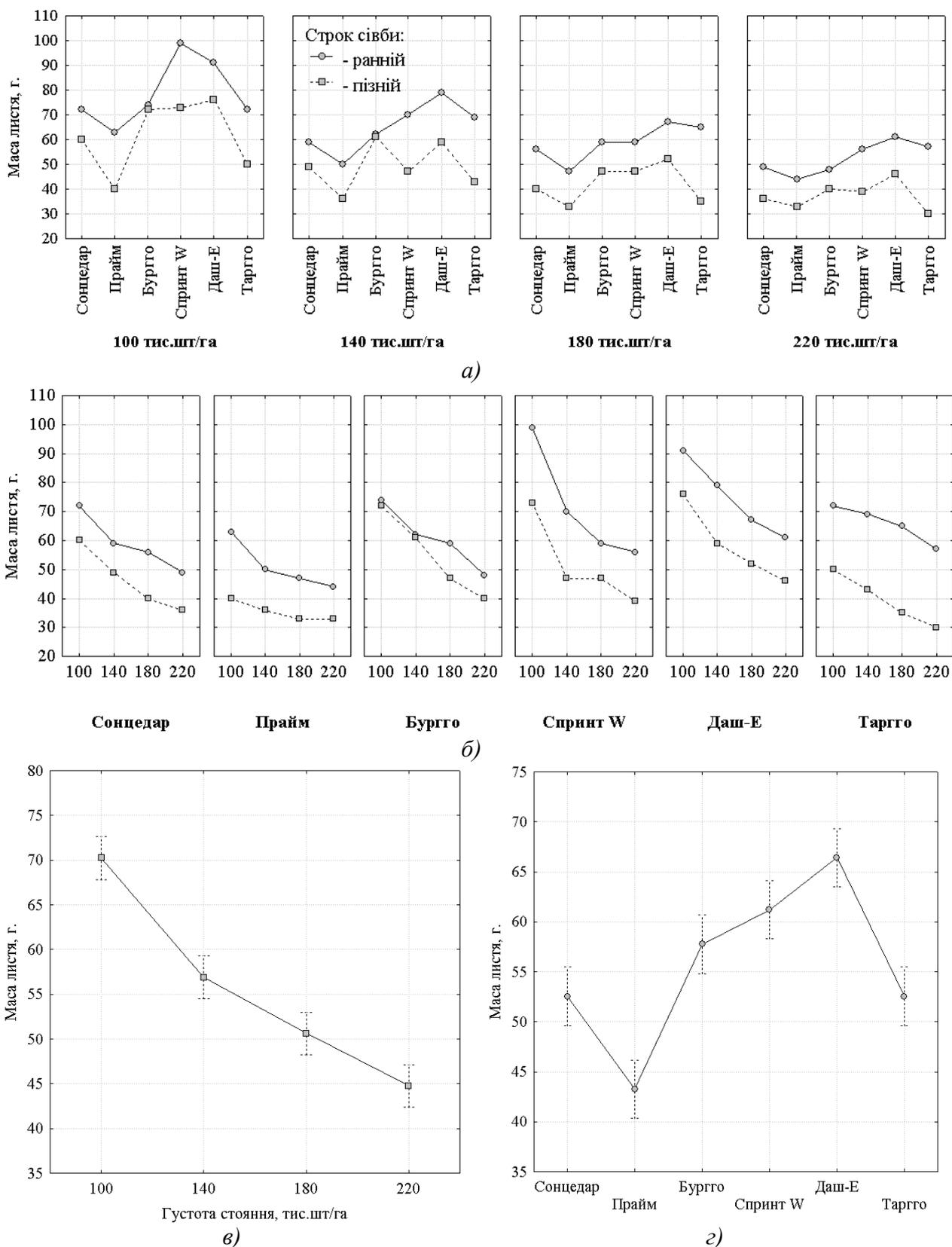


Рис. 3.9 Залежність маси листя рослин гібридів сорго зернового залежно від густоти стояння рослин та строків сівби, г (середнє за 2013-2015 рр.): а) розподіл за густотою стояння, тис. шт./га; б) розподіл за гібридним складом; в) середнє значення маси листя рослин та довірчий інтервал (0,95) в залежності від густоти стояння; г) середнє значення маси листя рослин та довірчий інтервал (0,95) в залежності від гібридного складу

Як свідчать наведені вище дані, маса листя на одній рослині у гібрида Даш Е становила при ранньому строку сівби 91 г та при пізньому – 76 г. З урахуванням густоти стояння рослин, максимальною маса листя з одиниці посівної площі була також у гібрида Даш Е: за густоти 180 тис. шт./га – 1206 г/м² (8-10 °С) та 936 г/м² за пізнього строку сівби і цієї ж густоти стояння. На цих варіантах одержані і найбільш середні врожаї зерна.

На нашу думку, об'єктивним показником відповідності умов, що були зумовлені агробіологічними факторами для росту і розвитку рослин зернового сорго є показник надземної маси окремих рослин в агрофітоценозі (табл. 3.9, рис. 3.10, додатки З і И).

Таблиця 3.9

Надземна маса гібридів сорго зернового в фазу цвітіння за різних строків сівби і густоти стояння, г/рослину (середнє за 2013-2015 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота посівів, тис. шт./га (фактор В)			
	100	140	180	220
8-10 0С (фактор С)				
Сонцедар	137	105	102	85
Прайм	143	112	108	86
Бургго	154	150	138	115
Спринт W	137	153	155	148
Даш Е	184	157	132	117
Таргга	155	136	126	112
14-16 0С (фактор С)				
Сонцедар	121	83	76	62
Прайм	77	70	69	59
Бургго	132	112	90	68
Спринт W	135	94	97	75
Даш Е	145	106	89	78
Таргга	109	76	66	63
НІР ₀₅ , Г	А	9,87-11,07		
	В	6,54-8,14		
	С	21,08-24,10		
	ABC	27,70-31,87		

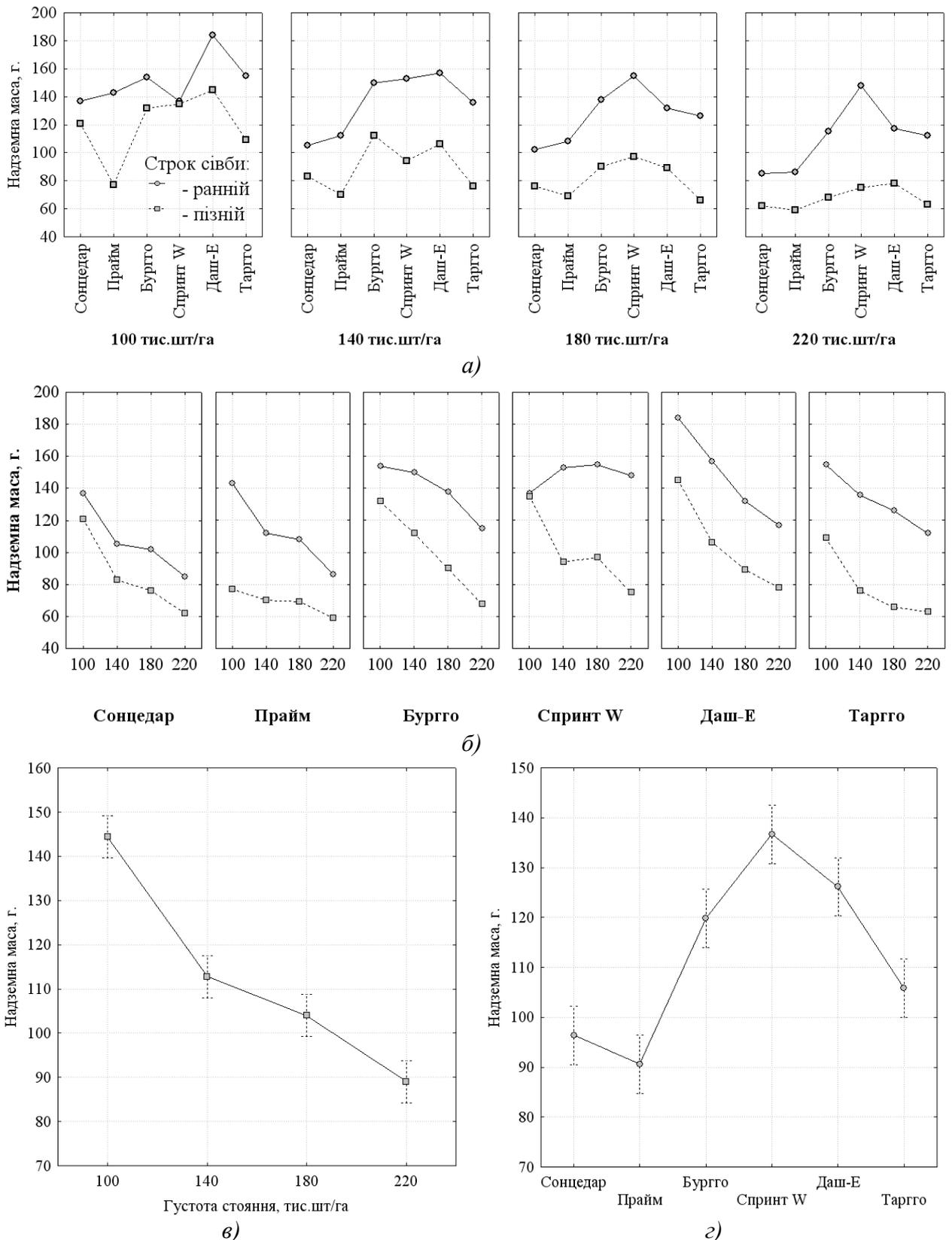


Рис. 3.10 Залежність показника надземної маси рослин гібридів сорго зернового від факторів дослід, г (середнє за 2013-2015 рр.): а) розподіл за густрою стояння, тис. шт./га; б) розподіл за гібридним складом; в) середнє значення надземної маси рослин та довірчий інтервал (0,95) в залежності від густоти стояння; г) середнє значення надземної маси рослин та довірчий інтервал (0,95) в залежності від гібридного складу

В досліді встановлена чітка залежність, згідно якої середня маса як надземної частини однієї рослини, так і кореневої системи зменшувалася із збільшенням загущеності посіву за обома строками проведення сівби культури (табл. 3.10, рис. 3.11, додаток К).

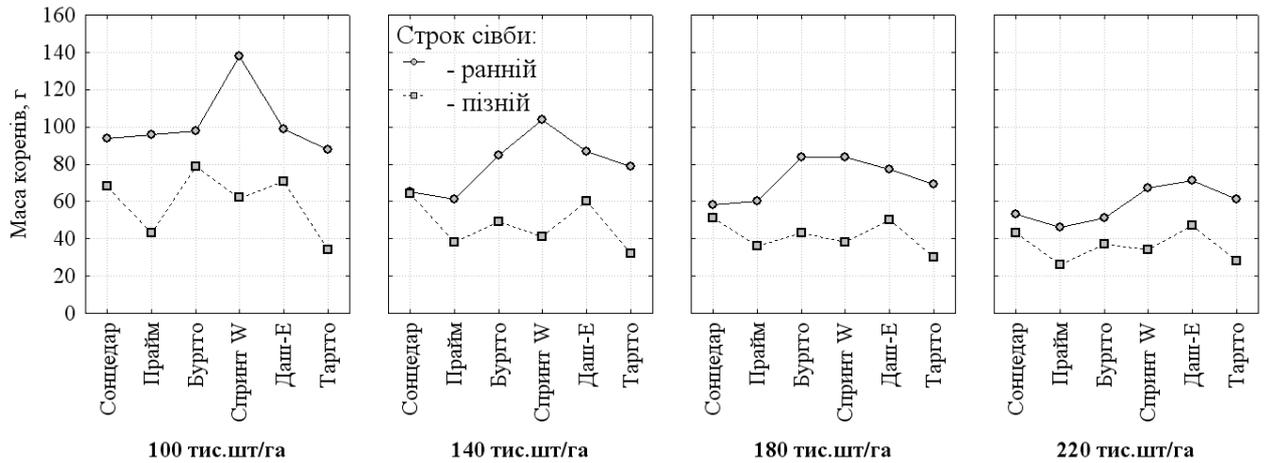
В середньому по досліді, зменшення значення зазначеного показника із збільшенням густоти стояння рослин із 100 до 220 тис. шт./га складало 44-56%.

За мінімальної загущеності найбільша середня маса надземної частини рослини спостерігалась за варіанту гібриду Даш Е (184 і 145 г за раннього та пізнього строку сівби відповідно), за максимальної густоти стояння – Спринт W (148 г – ранній строк) і Даш Е (78 г – 14-16 °С).

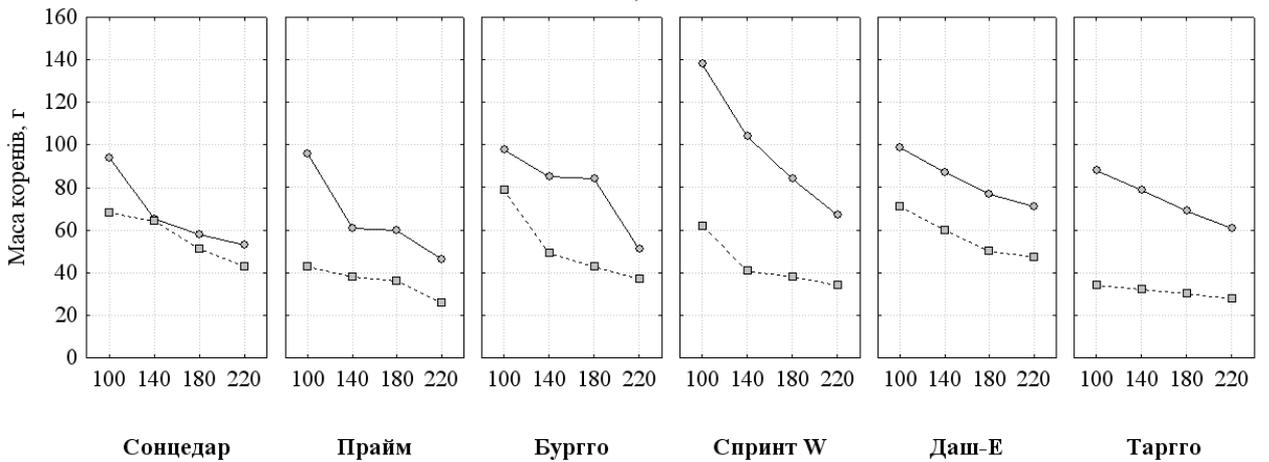
Таблиця 3.10

Маса кореневої системи гібридів сорго зернового в фазу цвітіння за різних строків сівби і густоти стояння рослин, г/рослину (середнє за 2013-2015 рр.)

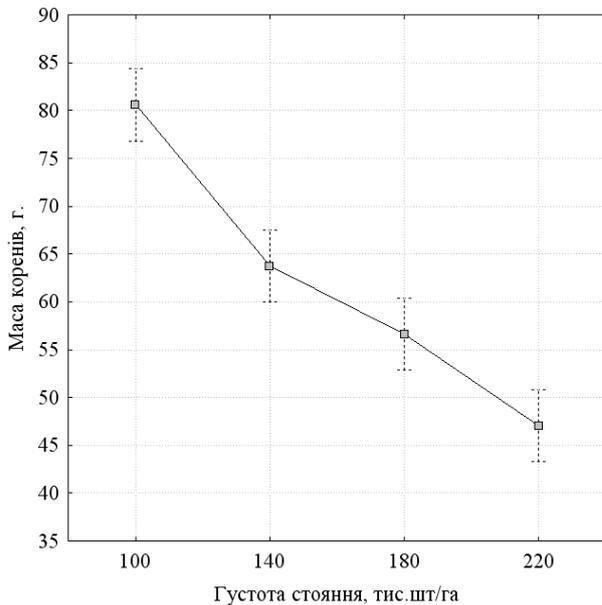
Гібрид (фактор А)	Густота посівів, тис. шт./га (фактор В)			
	100	140	180	220
8-10 °С (фактор С)				
Сонцедар	94	65	58	53
Прайм	96	61	60	46
Бургго	98	85	84	51
Спринт W	138	104	84	67
Даш Е	99	87	77	71
Таргга	88	79	69	61
14-16 °С (фактор С)				
Сонцедар	68	64	51	43
Прайм	43	38	36	26
Бургго	79	49	43	37
Спринт W	62	41	38	34
Даш Е	71	60	50	47
Таргга	34	32	30	28
NIP ₀₅ , г	A	6,50-8,03		
	B	8,31-11,69		
	C	14,22-17,04		
	ABC	17,37-22,21		



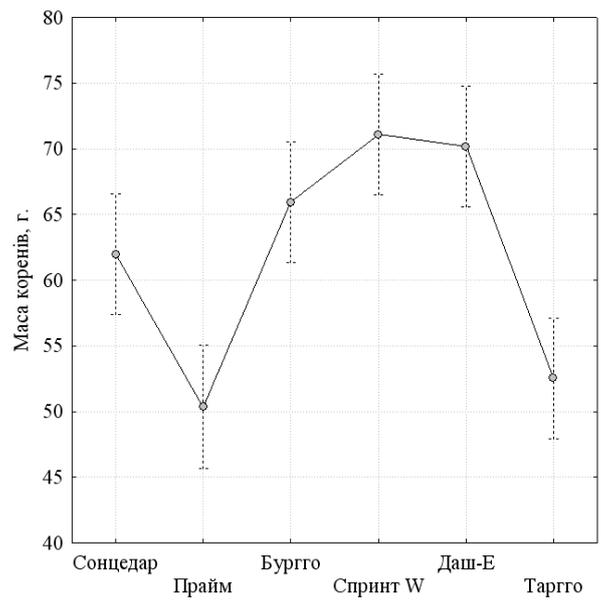
а)



б)



в)



з)

Рис. 3.11 Залежність маси коренів рослин гібридів сорго зернового від густоти стояння рослин та строків сівби (середнє за 2013-2015 рр.):
 а) розподіл за густиною стояння, тис. шт./га; б) розподіл за гібридним складом; в) середнє значення маси коренів рослин та довірчий інтервал (0,95) в залежності від густоти стояння; г) середнє значення маси коренів рослин та довірчий інтервал (0,95) в залежності від гібридного складу

Відомо, що сорго зернове за ботаніко-екологічною характеристикою по відношенню до вологи належить до мезофітів, але на думку деяких авторів його іноді можна віднести і до ксерофітів, тобто посухостійких рослин [39]. Цьому сприяє досить розвинена коренева система, яка хоч і має первинну анатомічну будову може проникати на глибину 2-2,5 м.

Під час комплексних посух на корінні утворюється захисний кремнієвий шар, що оберігає їх від висихання, на стеблах і листі утворюється восковий наліт, листки скручуються в трубочку, що зменшує їх поверхню і фотосинтез іде за шляхом C_4 [139. 279]. Рослини можуть впадати в стан спокою, але після появи вологи сорго відновлює активний метаболізм.

За час проведення дослідів нами були проведені розкопка та відмивання кореневої системи на глибину до 2 м на всіх гібридах сорго в фазу цвітіння і було встановлено, що основна маса коренів розміщувалась в гумусному горизонті ґрунту на глибині 0-40 см. Деякі з коренів проникали до глибини 1-1,5 м. Різниця в розташуванні кореневої системи по горизонтах ґрунту між досліджуваними гібридами не виявили.

Результати досліджень маси кореневої системи гібридів сорго зернового в залежності від площі живлення рослин наведені в табл. 3.10. Нами встановлено, що генетичні особливості гібриду, площа живлення рослин та умови, зумовлені строком проведення сівби, напряду впливали і на показник маси кореневої системи окремих рослин.

Так, за обох строків сівби із збільшенням ступеня загущеності стеблостою середня маса підземної частини рослин сорго істотно зменшувалася – в середньому на 57,4-60,2%.

Максимальні значення маси коренів на одній рослині відмічені нами за раннього строку сівби варіантом гібриду Спринт W (від 138 до 67 г із збільшенням густоти стояння від 100 до 220 тис. шт./га), за пізнього – Даш Е (71 і 47 г відповідно) (рис. 3.11, додаток К).

Слід відзначити, що показники урожайності гібридів сорго зернового в більшості випадків знаходяться в прямій кореляційній залежності від маси

кореневої системи, особливо на загущених посівах. Наприклад гібрид Даш - Е при густоті 220 тис. шт./га сформував урожай 5,20 т/га за раннього строку сівби та 3,96 за пізнього, що переважало цей показник у інших гібридів.

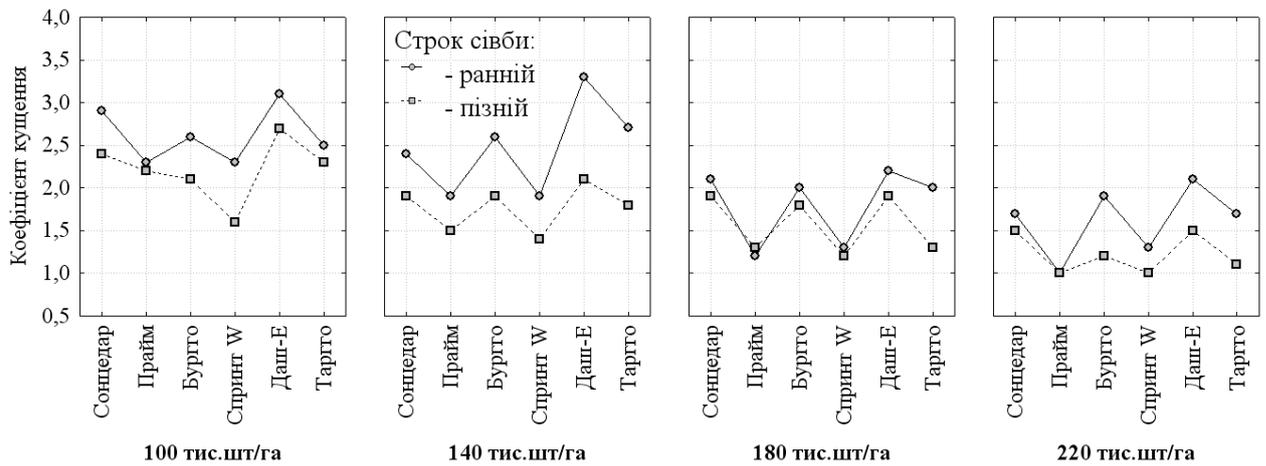
Сорго зернове як і більшість злакових культур має здатність до кушіння що за сприятливих умов дозволяє формувати на бокових пагонах до 20-30% врожаю. Але в умовах півдня України без зрошення бокові пагони, як правило, є непродуктивними внаслідок дефіциту вологи в ґрунті [36].

Коефіцієнт кущистості гібридів сорго приведений в таблиці 3.11, рис. 3.12 і в додатку Л.

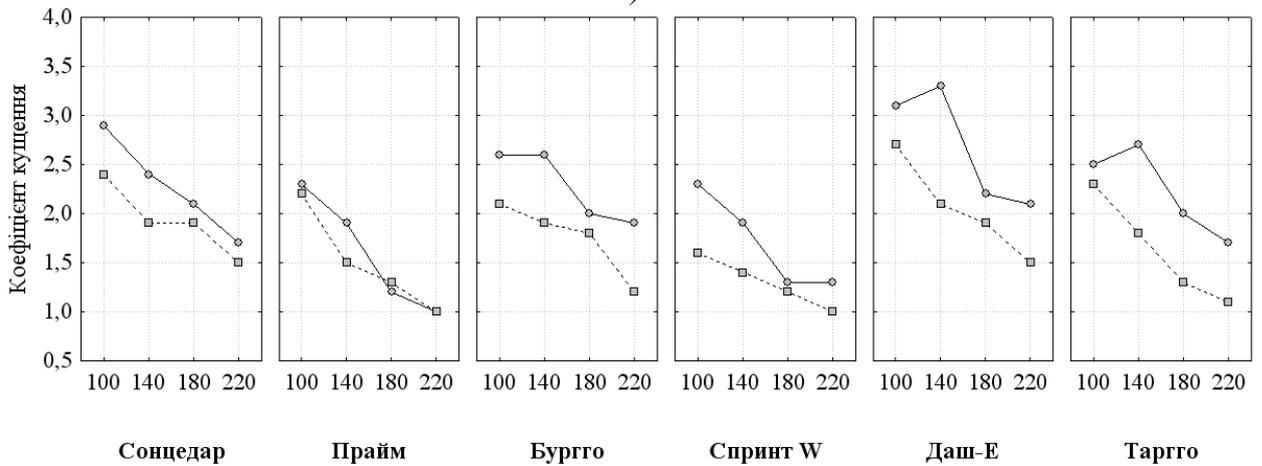
Таблиця 3.11

Коефіцієнт кущистості гібридів сорго зернового за різних строків сівби і густоти стояння рослин (середнє за 2013-2015 рр.)

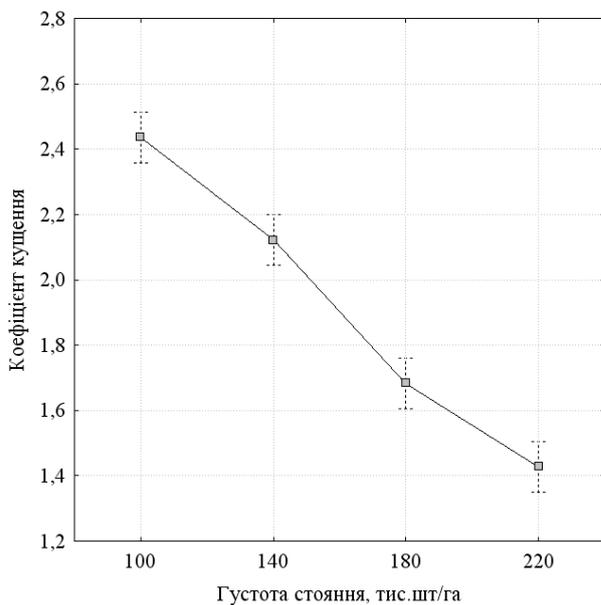
Гібрид (фактор А)	Густота посівів, тис. шт./га (фактор В)			
	100	140	180	220
8-10 ⁰ С (фактор С)				
Сонцедар	2,3	1,9	1,2	1,0
Прайм	2,9	2,4	2,1	1,7
Бургго	2,6	2,6	2,0	1,9
Спринт W	2,3	1,9	1,3	1,3
Даш Е	3,1	3,3	2,2	2,1
Таргга	2,5	2,7	2,0	1,7
14-16 ⁰ С (фактор С)				
Сонцедар	2,2	1,5	1,3	1,0
Прайм	2,4	1,9	1,9	1,5
Бургго	2,1	1,9	1,8	1,2
Спринт W	1,6	1,4	1,2	1,0
Даш Е	2,7	2,1	1,9	1,5
Таргга	2,3	1,8	1,3	1,1
НІР ₀₅ , Г	А	0,25-0,49		
	В	0,37-0,62		
	С	0,41-0,88		
	ABC	0,77-1,42		



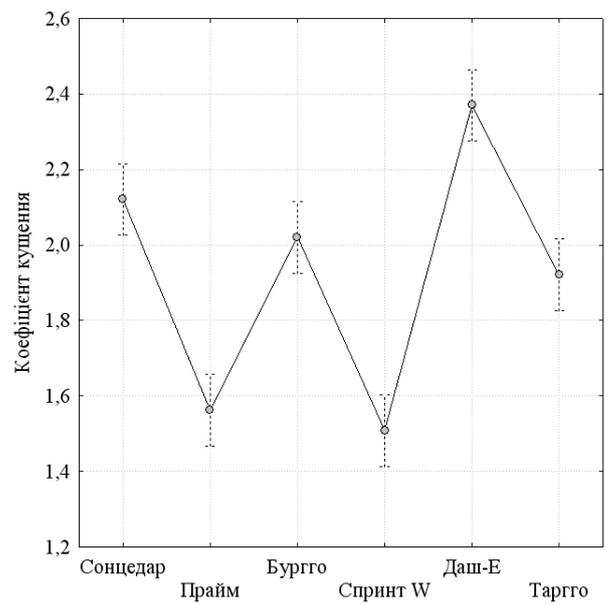
а)



б)



в)



г)

Рис. 3.12. Залежність коефіцієнту кушіння рослин гібридів сорго зернового залежно від густоти стояння рослин та строків сівби (середнє за 2013-2015 рр.): а) розподіл за густотою стояння, тис. шт./га; б) розподіл за гібридним складом; в) середнє значення коефіцієнту кушіння рослин та довірчий інтервал (0,95) в залежності від густоти стояння; г) середнє значення коефіцієнту кушіння рослин та довірчий інтервал (0,95) в залежності від гібридного складу

Як свідчать дані табл. 3.11 і рис. 3.12, кількість генеративних пагонів на одній рослині зернового сорго із збільшенням загущеності посіву істотно зменшувалося. Із збільшенням густоти стояння рослин від 100 до 220 тис. шт./га це зменшення за всіма гібридами і обома строками сівби складало 52-57%. Аналогічна тенденція, хоча і з меншою інтенсивністю, простежувалася і за фактором строку сівби: коефіцієнт кушення культури за пізнього строку сівби поступався тому, що відмічався нами за сівби культури в ранній строк.

Найбільший коефіцієнт кущистості був у гібриду Даш Е – 3,3 при густоті стояння рослин 140 тис. шт./га за раннього строку сівби та 2,7 за пізнього строку сівби при густоті 100 тис. шт./га. Із збільшенням густоти посівів коефіцієнт кущистості зменшувався, а за максимальної густоти 220 тис. шт./га у окремих рослин деяких гібридів процес кушіння взагалі не відбувався. Ця закономірність була властивою для обох строків сівби.

3.3. Водоспоживання гібридів сорго зернового в залежності від строків сівби та густоти стояння рослин

Незважаючи на те, що сорго, порівняно з іншими зерновими культурами, споживає істотно меншу кількість води на утворення одиниці сухої речовини, загальні її витрати за вегетаційний період у нього значно більша [205]. Це пов'язано з тим, що культура, маючи тривалий вегетаційний період, при повному забезпеченні потреб у поживних речовинах використовує на формування великої маси значну кількість продуктивної вологи, що тим самим забезпечує високу її продуктивність [36]. За цих умов рослини страждають більше від недостатньої кількості вологи або від посухи, ніж від інших чинників.

Нестача вологи у критичний період росту і розвитку рослин призводить до негативних змін у проходженні в клітинах тканин фізіологічних процесів. Рослини під час посухи для того, аби вижити в екстремальних погодних умовах, перебудовують свій організм на більш економне використання ґрунтової вологи. Однак зміни, що відбулися в

рослинному організмі під впливом цього чинника, обумовлюють зниження продуктивності агроценозів [161, 162].

Як показали наші дослідження, на водоспоживання гібридів зернового сорго впливали не лише густина стояння рослин і біологічні властивості гібриду, а й вологозабезпеченість посівів протягом вегетаційного періоду. Відмічено, що в середньому за роки досліджень за практично однаковому рівня водозабезпечення рослин запаси вологи закономірно зменшувались по мірі загушення посівів.

Це свідчить про підвищене споживання вологи рослинами в посівах щільного стеблостою, що і позначилось на зростанні загальних витрат її з ґрунту. Відмічено, що витрачання води помітно підвищується в міру збільшення маси рослин і, зокрема, їх листкової поверхні, яка є основним органом витрачання води.

Відомо, що густина посіву має значний вплив на ріст і розвиток рослин, і впливає на величину врожаю [91]. Оптимальна густина стояння сприяє забезпеченню елементами живлення, вологою, освітленням рослин і формуванню при цьому максимальної продуктивності [36].

Так, американські вчені, вивчаючи залежність густоти стояння рослин сорго від вихідних запасів ґрунтової вологи в умовах штату Канзас, прийшли до висновку, що весняний запас вологи є визначальним фактором отримання високих врожаїв. В їх досліді промочування ґрунту на час сівби на глибину 90, 150 і 210 см забезпечує в середньому відповідно 49, 60 і 65% врожаю зерна, а інша частина формується за рахунок опадів чи штучного зрошення [37].

Таким чином, урожайність зерна сорго знаходиться у прямій залежності від рівня запасів продуктивної вологи у ґрунті.

Показники сумарного водоспоживання сорго зернового в наших дослідженнях істотно змінювалися залежно від метеорологічних умов, які склалися у роки проведення досліджень.

Сумарне водоспоживання, головним чином, на 63,3-66,3% поповнювалося за рахунок корисних опадів, а доля ґрунтової вологи в сумарному водоспоживанні приймала участь всього на третину – 33,3-36,7%, тобто, головним чином врожай сорго залежав від кількості опадів.

Корисні опади в середньому за роки проведення досліджень становили 1232 м³/га за першого строку сівби та 1190 м³/га за другого строку, тоді як вміст вологи в ґрунті був нестабільним і коливався в межах 605-705 м³/га та залежав від досліджуваних факторів.

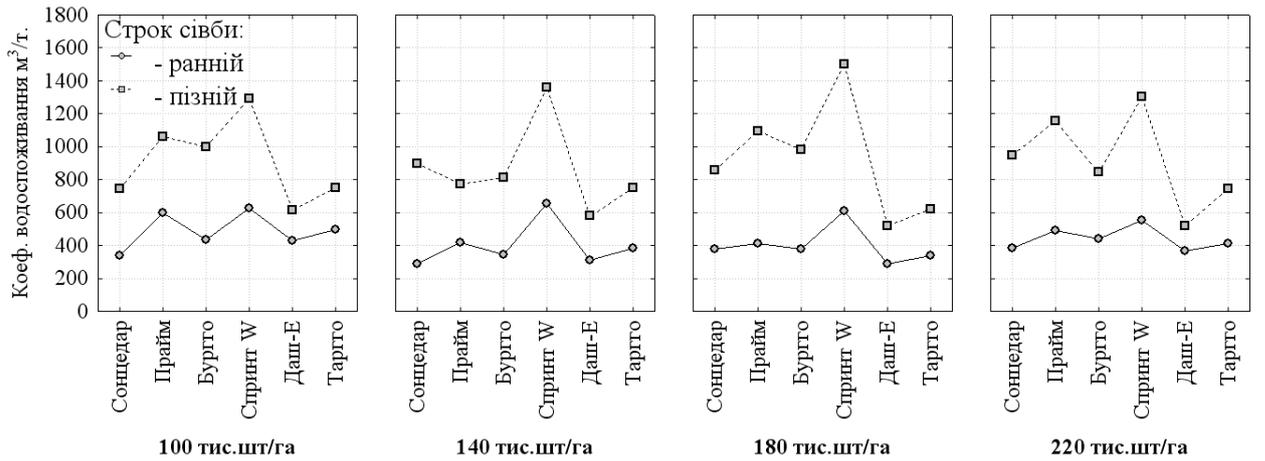
Проте, на наш погляд, основним показником ефективного використання вологи рослинним організмом є коефіцієнт водоспоживання, тобто витрати вологи на одиницю урожаю.

В табл. 3.12 і рис. 3.13 нами наведені результати дослідження зазначеного показника в залежності від генетичних особливостей гібриду зернового сорго, густоти стояння рослин в агроценозі і строку проведення сівби.

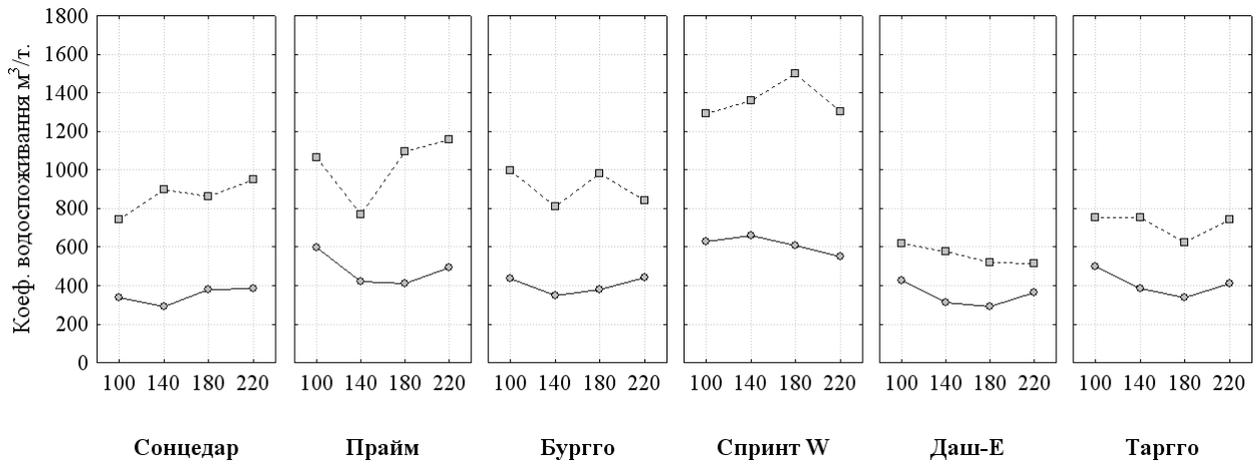
Таблиця 3.12

Коефіцієнт водоспоживання гібридів сорго зернового за різних строків сівби і густоти стояння рослин, м³/т (середнє за 2013-2015 рр.)

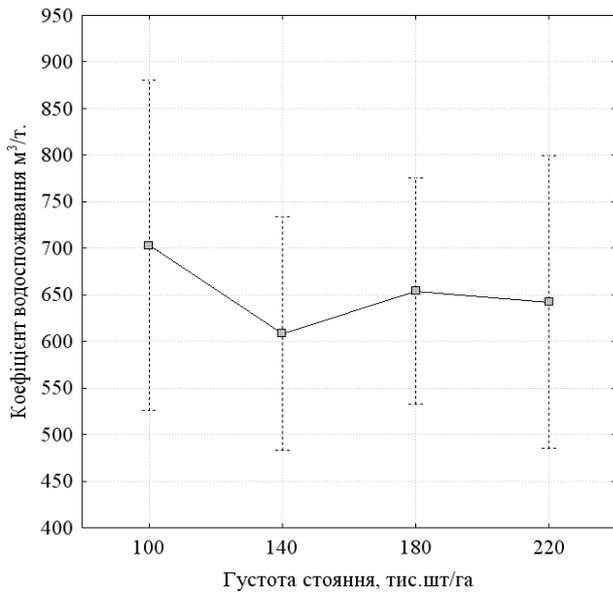
Гібрид (фактор А)	Густота посівів, тис. шт./га (фактор В)			
	100	140	180	220
8-10 °С (фактор С)				
Сонцедар	337	289	379	384
Прайм	596	420	409	491
Бургго	436	346	379	441
Спринт W	626	657	607	551
Даш Е	426	310	290	364
Таргга	498	382	338	413
14-16 °С (фактор С)				
Сонцедар	744	897	861	949
Прайм	1063	770	1098	1157
Бургго	998	812	982	843
Спринт W	1294	1360	1501	1301
Даш Е	617	578	519	517
Таргга	753	751	621	745



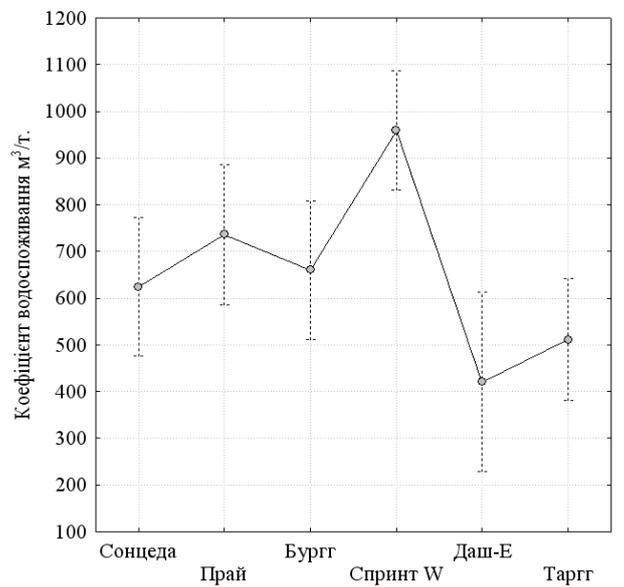
а)



б)



в)



г)

Рис. 3.13 Залежність коефіцієнту водоспоживання рослин гібридів сорго зернового залежно від факторі дослід (середнє за 2013-2015 рр.): а) розподіл за густотою стояння, тис. шт./га; б) розподіл за гібридним складом; в) середнє значення коефіцієнту водоспоживання рослин та довірчий інтервал (0,95) в залежності від густоти стояння; г) середнє значення коефіцієнту водоспоживання рослин та довірчий інтервал (0,95) в залежності від гібридного складу

В середньому за роки проведення досліджень, більш високі середні показники коефіцієнту водоспоживання рослин зернового сорго були отримані за проведення сівби культури в пізній строк – в середньому по досліді 882 м³/т, за раннього строку сівби – 432 м³/т. За раннього строку сівби рослини культури, за нашими даними, на формування одиниці продукції витрачали на 49% продуктивної вологи менше, ніж за пізнього.

Найбільш економне споживання вологи спостерігалось за раннього строку сівби у гібридів Сонцедар, висіяного з густотою 140 тис. шт./га (289 м³/т) і Даш Е з густотою 180 тис. шт./га (291 м³/т); максимальне – за пізнього строку сівби у гібриду Спринт W. Коефіцієнт водоспоживання зростав із збільшенням норми висіву рослин від 1294 до 1501 м³/т. Треба додати, що даний гібрид характеризувався і найменш економним вологоспоживанням з-поміж інших і за раннього строку сівби.

3.4. Оцінка впливу досліджуваних факторів на основні структурно-морфологічні показники врожаю зернового сорго

Дуже показовим з точки зору об'єктивної агробіологічної оцінки сучасного гібридного складу зернового сорго є, на нашу думку, дослідження показників структури врожайності культури – певного індикатору відповідності того чи іншого гібриду культури екологічним (насамперед, абіотичним) умовам, якими характеризується зона вирощування.

Аналіз пробного снопу, проведений за роки досліджень, дозволяє зробити висновок, що показник довжини волоті рослин сорго напряду залежав як від генетичних особливостей гібриду, так і від умов фітоценозу, зумовлених диференційованим характером густоти стояння рослин і строком сівби культури (табл. 3.13, рис. 3.14, додаток М).

Середній розмір суцвіть культури, висіяної в ранній строк (22,1 см), істотно перевищував зазначений показник, отриманий за пізнього строку сівби (19,0 см), в середньому, на 2,1 см або 14%. Із збільшенням густоти стояння рослин середні розміри волоті сорго зернового також суттєво зменшувалися.

Таблиця 3.13

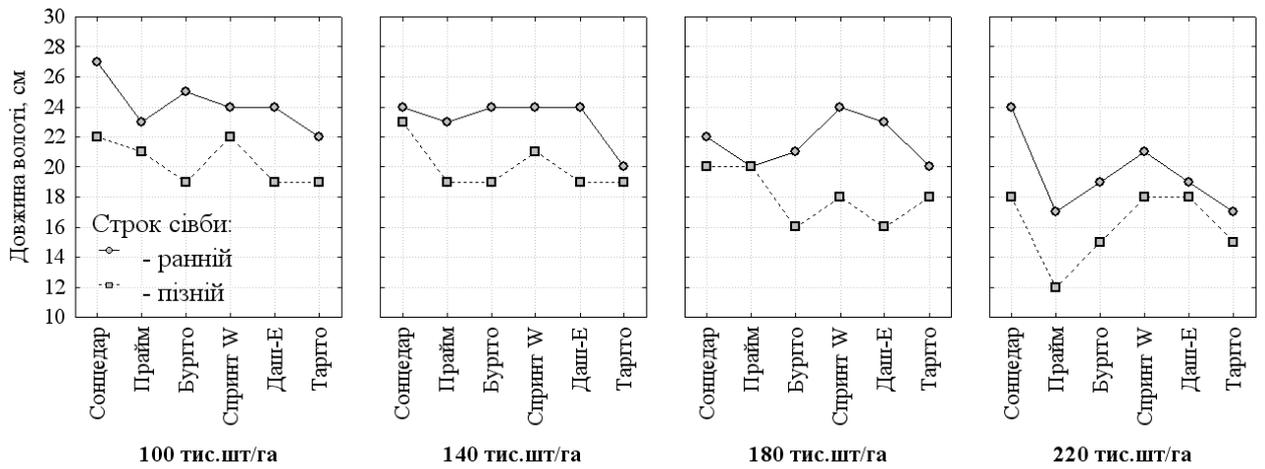
Довжина волоті гібридів сорго зернового в залежності від строків сівби і густоти стояння рослин, см (середнє за 2013-2015 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота посівів, тис. шт./га (фактор В)			
	100	140	180	220
8-10 °С (фактор С)				
Сонцедар	27	24	22	24
Прайм	23	23	20	17
Бургго	25	24	21	19
Спринт W	24	24	24	21
Даш Е	24	24	23	19
Таргга	22	20	20	17
14-16 °С (фактор С)				
Сонцедар	22	23	20	18
Прайм	23	23	20	17
Бургго	19	19	16	15
Спринт W	22	21	18	18
Даш Е	19	19	16	18
Таргга	19	19	18	15
НІР ₀₅ , см	А	3,73-5,15		
	В	1,25-3,04		
	С	3,28-4,14		
	АВС	5,07-9,09		

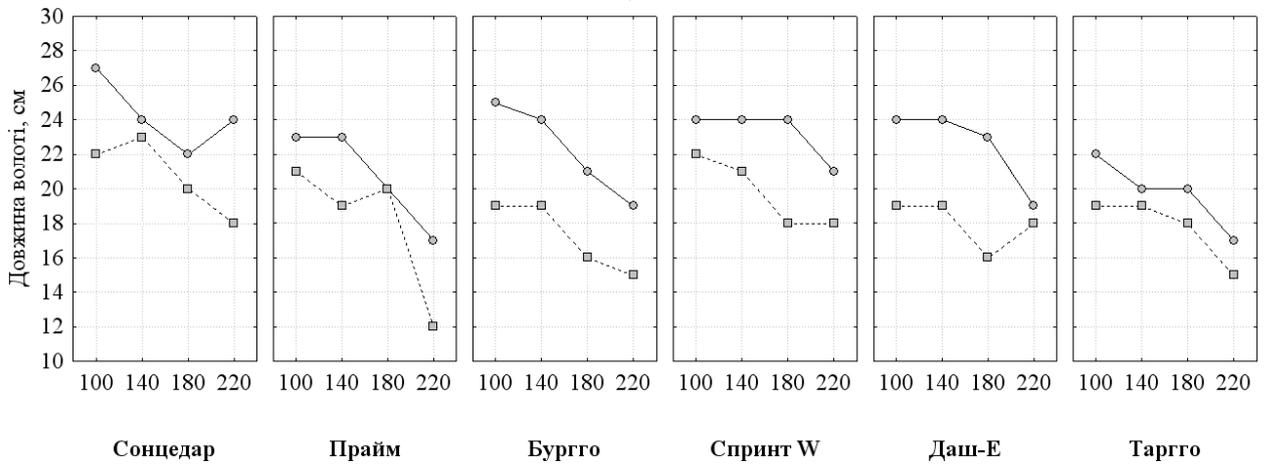
Максимальні значення показника довжини суцвіття були у гібриду Сонцедар від 24,3 см за раннього строку сівби і до 20,8 см за пізнього.

Найменша довжина волоті була характерною для гібриду Таргга і за сівби гібриду в ранній термін склала в середньому 19,8 см, в пізній – 17,8 см.

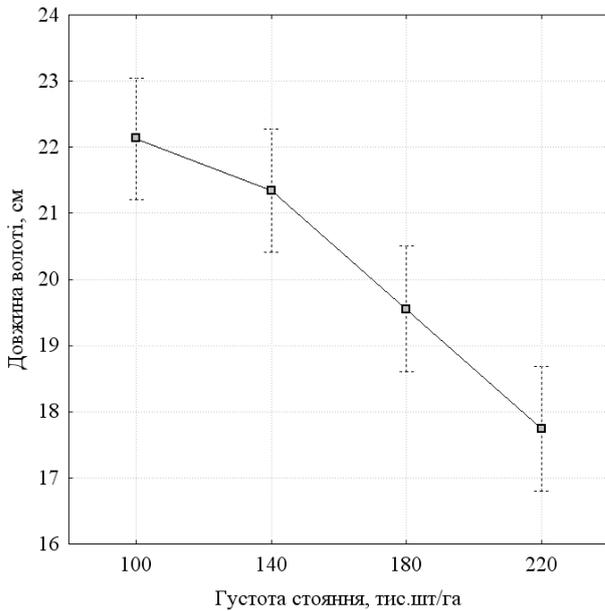
Графічний характер залежності зазначеного структурно-морфологічного показника від факторів, що вивчалися в досліді, наведений на рис. 3.14.



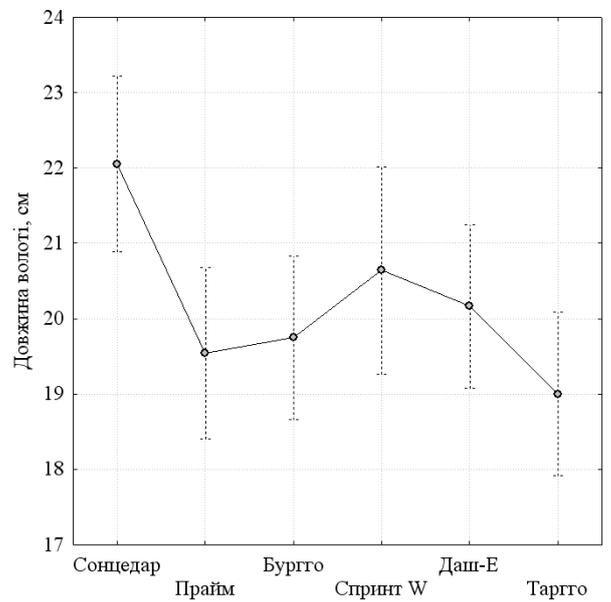
а)



б)



в)



г)

Рис. 3.14 Залежність довжини волоті гібридів сорго зернового від густоти стояння рослин та строків сівби (середнє за 2013-2015 рр.): а) розподіл за густотою стояння, тис. шт./га; б) розподіл за гібридним складом; в) середнє значення довжини волоті рослин та довірчий інтервал (0,95) в залежності від густоти стояння; г) середнє значення довжини волоті рослин та довірчий інтервал (0,95) в залежності від гібридного складу

Нижче нами наведені результати досліджень показника маси зерна, сформованого в одному суцвітті зернового сорго в залежності від умов агрофітоценозу, що були зумовлені різною густрою стояння рослин і строку проведення сівби культури. Відмічено, що проведення сівби в більш пізній термін істотно зменшувало масу зерна в одній волоті: в середньому по досліді, на 7,5 г або 24% (31,3 проти 23,8 г).

Загущення агроценозу за обома строками сівби також істотно погіршувало умови вегетації культури (насамперед, вологозабезпеченість), що негативним чином позначалося на значенні показника маси зерна в 1 волоті. За окремими варіантами досліді, зменшення генеративної маси в межах одного суцвіття через надмірне загущення стеблостою складало до 60,8% (таблиця 3.14, рис. 3.15, додатки Н і О).

Таблиця 3.14

Маса зерна в 1 волоті гібридів сорго зернового за різних способів сівби і густоти стояння рослин, г (середнє за 2013-2015 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота посівів, тис. шт./га (фактор В)			
	100	140	180	220
8-10 °С (фактор С)				
Сонцедар	56	47	27	22
Прайм	32	32	26	17
Бургго	44	41	26	19
Спринт W	30	21	18	16
Даш Е	45	42	41	23
Таргга	38	36	31	20
14-16 °С (фактор С)				
Сонцедар	27	22	27	21
Прайм	18	24	26	16
Бургго	19	24	26	23
Спринт W	14	14	18	15
Даш Е	33	35	41	40
Таргга	26	26	31	26
НІР ₀₅ , Г	А	8,31-11,40		
	В	4,24-6,26		
	С	15,08-19,70		
	АВС	19,36-24,19		

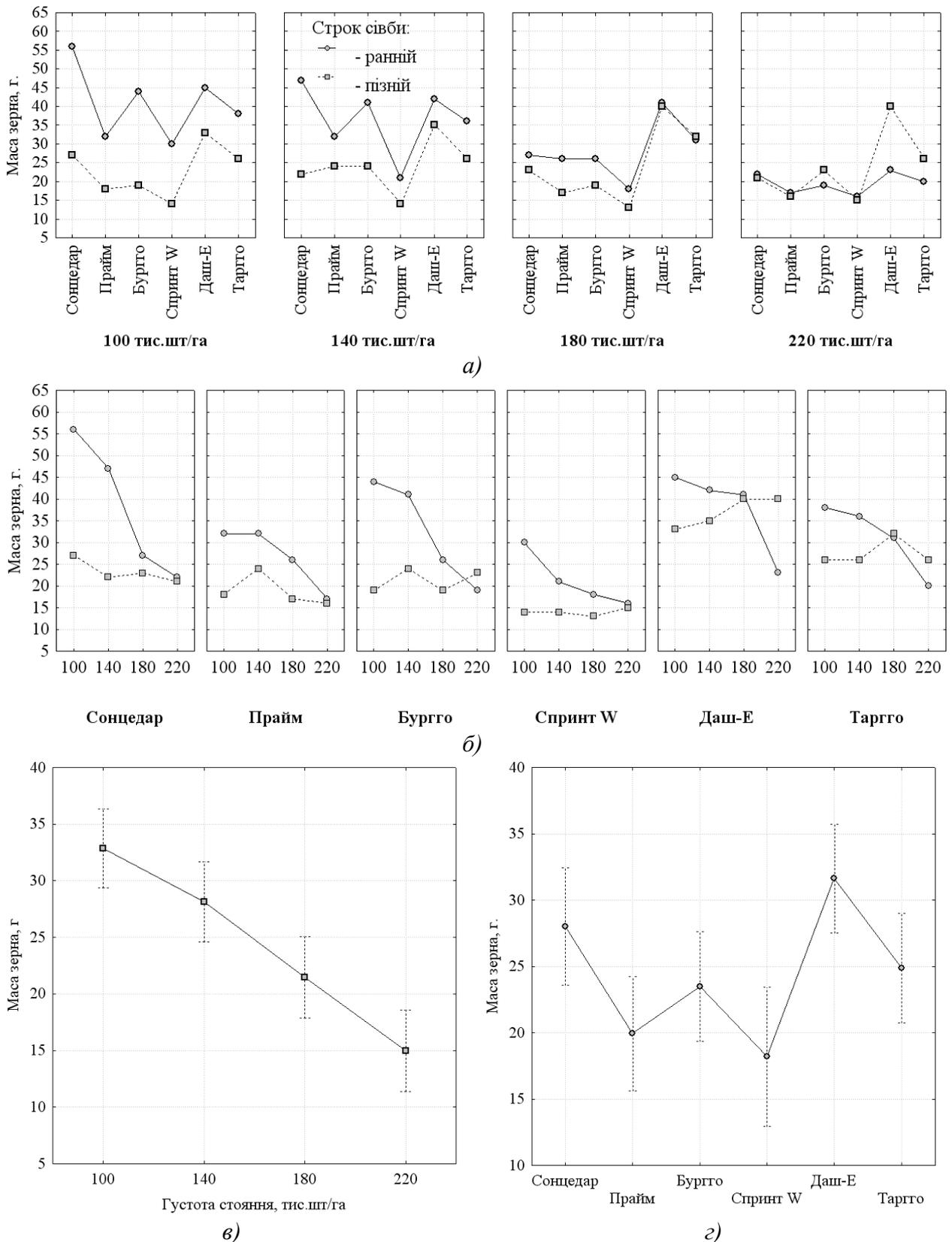


Рис. 3.15 Залежність маси зерна в 1 волоті гібридів сорго зернового звід густоти стояння рослин та строків сівби (середнє за 2013-2015 рр.): а) розподіл за густрою стояння, тис. шт./га; б) розподіл за гібридним складом; в) середнє значення маси зерна гібридів та довірчий інтервал (0,95) в залежності від густоти стояння; г) середнє значення маси зерна гібридів та довірчий інтервал (0,95) в залежності від гібридного складу

Найкращій показник зернової продуктивності однієї волоті має гібрид зернового сорго Сонцедар (в середньому за роки проведення досліджень зазначений показник за густоти стояння рослин 100 тис. шт./га і раннього строку сівби склав 56 г), мінімум був відмічений за варіантом гібриду Спринт W, який вирізнявся найгіршими показниками за обома строками сівби – 14 г відповідно за пізнього строку сівби.

Крупність зерна у сорго має велике значення для селекції, так як ця ознака вносить значний вклад у формування врожайності рослин, будучи орієнтованою ознакою при відборі рослин з високопродуктивною волоттю.

Маса 1000 зерен характеризує кінцевий результат взаємодії генотипу і середовища в процесі онтогенетичного становлення продуктивності. Ознака варіює в різні за кліматичними умовами роки, досягаючи свого максимального значення в роки з значною кількістю вологи і тепла. Велике зерно має більший вихід сухої речовини, містить більше білка і крохмалю, ніж звичайне зерно. Розмір насінини має тісний зв'язок зі схожістю, стійкістю до високих температур та вилягання [145].

Маса 1000 зерен показує кількість речовини, що міститься в зерні, його крупність. У великому зерні кількість оболонки і маса зародка по відношенню до ядра найменші. Маса 1000 зерен є також хорошим показником якості насінневого матеріалу. Великі насінини дають більш потужні і більш продуктивні рослини. Маса окремих зерен однієї і тієї ж культури коливається в великих межах залежно від сорту, року врожаю, району зростання, ступеня виповненості і т. ін. Серед ярих зернових культур (кукурудза, ярий ячмінь,) сорго має найдрібніше насіння, а його гібриди і сорти значно різняться за масою 1000 насінин. Враховуючи здатність сорго до інтенсивного кушення, слід користуватися не ваговою нормою висіву, а бажаною густотою стояння рослин на 1 га [125].

Нижче нами наведені результати дослідження чи не найбільш принципового структурно-морфологічного показника врожаю зернового

сорго – Маса 1000 зерен в середньому за роки проведення досліджень (таблиця 3.15, рис. 3.16) і за окремі роки (додаток П).

Таблиця 3.16

Маса 1000 зерен гібридів сорго зернового за різних строків сівби і густоти стояння рослин, г (середнє за 2013-2015 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота посівів, тис. шт./га (фактор В)			
	100	140	180	220
8-10 ⁰ С (фактор С)				
Сонцедар	22,4	20,1	18,2	17,0
Прайм	16,1	16,1	16,0	15,3
Бургго	18,8	18,5	17,9	16,5
Спринт W	17,1	17,1	17,0	16,3
Даш Е	19,8	18,0	17,9	17,8
Таргга	19,6	18,1	17,6	16,2
14-16 ⁰ С (фактор С)				
Сонцедар	17,5	17,5	17,5	17,4
Прайм	17,1	16,3	16,4	16,5
Бургго	19,6	18,8	16,2	15,6
Спринт W	15,7	15,6	14,9	14,7
Даш Е	19,5	18,8	18,2	17,2
Таргга	18,3	16,8	16,7	15,8
НІР ₀₅ , Г	А	4,04-6,16		
	В	1,96-2,67		
	С	2,69-3,88		
	АВС	6,00-8,57		

Маса 1000 зерен від генетичних особливостей гібриду зернового сорго, густоти стояння рослин в посіві і строку сівби. Це свідчить про істотність впливу всіх зазначених агротехнологічних факторів на значення показнику повновісності насіння культури, котрий, в свою чергу, зумовлює як посівні якості (насамперед, енергію проростання насіння), так і, відповідно, комплекс толерантних властивостей культури відносно несприятливих абіотичних і біотичних факторів агрофітоценозу (можливість засвоювати лімітовані запаси вологи на момент проростання, скоростиглість, здатність витримувати повітряну та ґрунтову посуху, конкурентна здатність до бур'янів, патогенів та фітофагів).

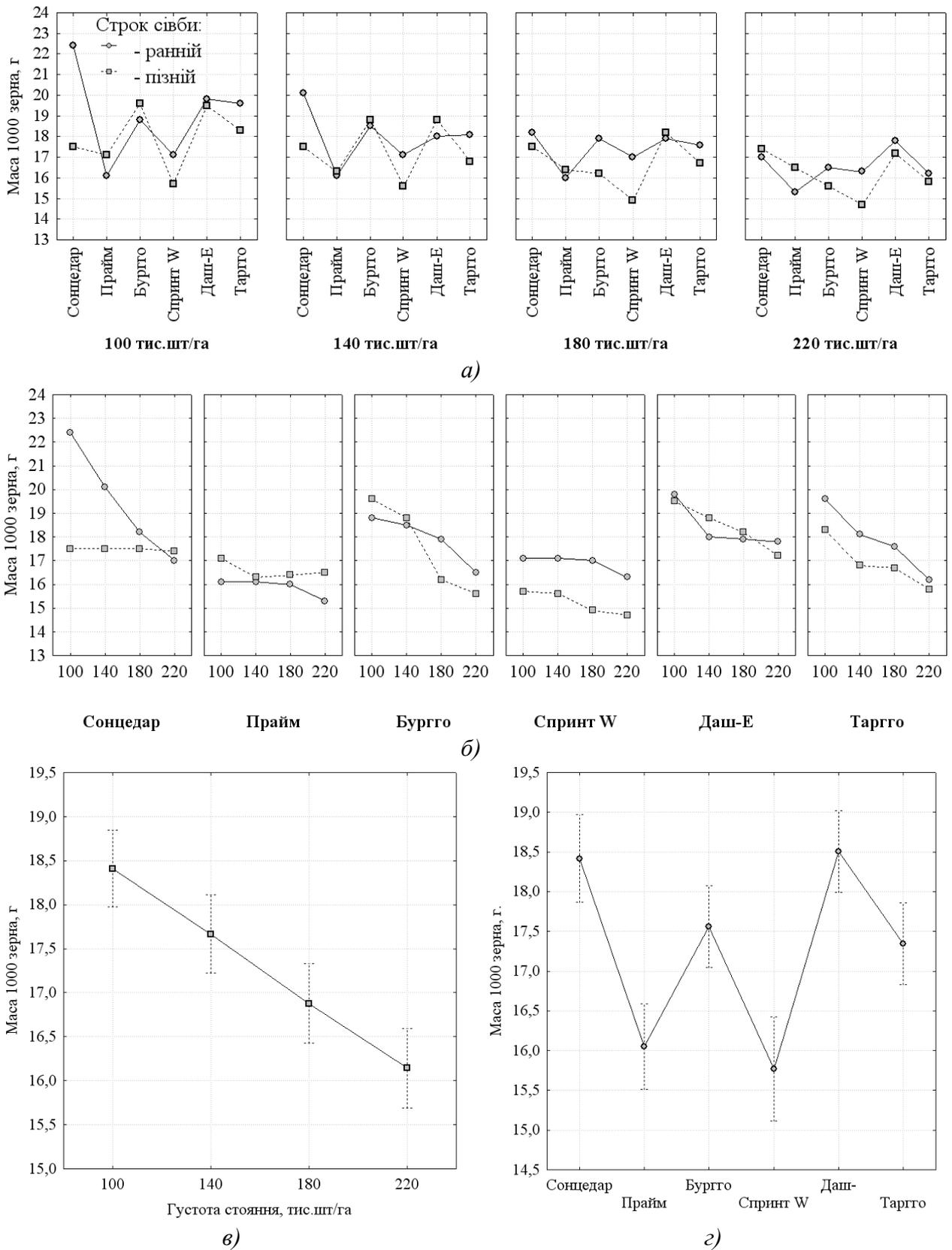


Рис. 3.16 Залежність показника M_{1000} гібридів сорго зернового від густоти стояння рослин та строків сівби, г (середнє за 2013-2015 рр.): а) розподіл за густотою стояння, тис. шт./га; б) розподіл за гібридним складом; в) середнє значення маси 1000 зерна гібридів та довірчий інтервал (0,95) в залежності від густоти стояння; г) середнє значення маси 1000 зерна гібридів та довірчий інтервал (0,95) в залежності від гібридного складу

За роки проведення досліджень нами відмічена стала закономірність, згідно якої величина Маса 1000 зерен усіх гібридів, що вивчалися, істотно зменшувалося із збільшенням загущеності стеблостою на фоні як раннього, так і пізнього строків проведення сівби культури.

Так, за раннього строку сівби, збільшення загущеності рослин із 100 до 220 тис. шт./га зумовило зниження повновісності зерна гібриду Сонцедар із 22,4 до 17,0 г (-24,1%); Прайм – із 16,1 до 15,3 г (-5,0%); Бургго – із 18,8 до 16,5 г (-12,2%); Спринт W – із 17,1 до 16,3 г (-4,7%); Даш Е – із 19,8 до 17,8 г (-10,1%) і Таргга - із 19,6 до 16,2 г (-17,3%).

За пізнього строку сівби залежність зберегла свою направленість, проте її інтенсивність була дещо меншою. Так, підвищення загущеності агроценозу із 100 до 220 тис. шт./га зумовило показника M_{1000} гібриду Сонцедар із 17,5 до 17,4 г ; Прайм – із 17,1 до 16,5 г (-3,5%); Бургго – із 19,6 до 15,6 г (-20,4%); Спринт W – із 15,7 до 14,7 (-6,47%); Даш Е – із 19,5 до 17,2 г (-11,8%) і Таргга– із 18,3 до 15,8 г (-13,7%).

Найбільший показник Маса 1000 зерен в середньому по досліді мав гібрид Сонцедар, 1000 зерен якого в середньому за роки проведення досліджень за раннього строку сівби мали масу 19,4 г, за пізнього – 17,5 г.

Висновки до розділу 3

1. В середньому за роки проведення досліджень, нами встановлена стала закономірність, згідно якої із проведенням сівби зернового сорго в більш пізні строки загальна тривалість вегетаційного періоду культури істотно зменшується порівняно із сівбою в ранній строки за рахунок більш раннього настання чергової фенофази і скорочення загальної тривалості міжфазних періодів у другу половину онтогенезу.

2. Найбільш пластичним гібридом, що майже не реагував зміною тривалості вегетаційного періоду на перенесення строку сівби на пізні терміни, нами визнано гібрид Сонцедар (в середньому, скорочення тривалості вегетації становило 2-3 дні у порівнянні із раннім строком сівби). Найбільш схильним до реакції на пізні строки проведення сівби (до 5-7 днів) – гібрид Прайм. За всіма гібридами, що вивчалися в досліді, відмічена тенденція зменшення загальної тривалості вегетаційного періоду із збільшенням загущеності стеблостою (в середньому, на 6-7 днів із збільшенням норми висіву від 100 до 220 тис. шт./га).

3. За виключенням показнику середньої висоти рослин, котрий із збільшенням густоти стояння рослин характеризувався тенденцією до зростання, всі без винятку решта елементів біометричної характеристики гібридів зернового сорго (кількість листків на рослині, загальна вага листків, індекс облистяності посіву, вага надземної маси та кореневої системи, коефіцієнт кущистості) із збільшенням кількості рослин на одиниці площі істотно зменшувалися за варіантами усіх без виключення гібридів.

4. Перечислені біометричні показники характеризувалися істотно вищими значеннями за проведення сівби гібридів сорго зернового в ранній строк. Зниження показників на варіантах, висіяних в пізній строк, в середньому за роки проведення досліджень склало від 29,7 до 61,0%.

5. Зважаючи на те, що зернового сорго відноситься до пізніх ярих культур, і настання оптимальних строків проведення сівби збігається в часі із моментом, для якого є характерним істотний дефіцит активної ґрунтової

вологи, основним прихідним елементом водного балансу культури за роки проведення досліджень були атмосферні опади. Продуктивні опади в середньому за роки проведення досліджень становили 1232 м³/га за раннього строку сівби та 1190 м³/га за пізнього, тоді як вміст вологи в ґрунті був нестабільним і коливався в межах 605-705 м³/га та залежав від досліджуваних факторів.

6. Найбільш економне споживання вологи в досліді було відмічене за варіантом раннього строку сівби у гібридів Сонцедар, висіяного з густотою 140 тис. шт./га (289 м³/т) і Даш Е з густотою 180 тис. шт./га (291 м³/т), а максимальне – за пізнього строку сівби гібриду Спринт W: показник коефіцієнту водоспоживання зростав із збільшенням норми висіву рослин від 1294 до 1501 м³/т.

7. Довжина волоті, її маса, маса зерна в одній волоті, маса 1000 зерен, характеризувалися чіткою тенденцією до зменшення із збільшенням ступеня загушення агроценозу за всіма гібридами зернового сорго. Аналогічно, проведення сівби культури в більш пізній строк істотно погіршувало значення всіх структурних показників гібридів сорго зернового, що досліджувалися. Найбільшу масу 1000 зерен в середньому по досліді формував гібрид Сонцедар, 1000 зерен якого в середньому за роки проведення досліджень за раннього строку сівби важили 19,4 г, а за пізнього – 17,5 г.

РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ ПРОДУКТИВНИХ ОЗНАК ГІБРИДІВ СОРГО ЗЕРНОВОГО, ЗУМОВЛЕНИХ ЕЛЕМЕНТАМИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

4.1. Вплив строків проведення сівби та загущеності стеблостою на зернову продуктивність гібридів культури

Врожайність товарної кондиційної продукції є, на думку переважної більшості науковців, підсумковим показником, за яким слід проводити об'єктивний аналіз ефективності та доцільності застосування того чи іншого агрозаходу, дієвості конкретного елемента видової чи сортової технології [36, 57, 88].

У випадку культури зернового сорго, зважаючи на певні агробіологічні особливості (насамперед, проведення комбайнового збирання в осінній період, і, як наслідок, високу ймовірність надходження до бункеру зернової маси із підвищеною вологістю та засміченістю зерновими та незерновими домішками), облік врожаю слід проводити лише в перерахунку на кондиційне зерно (за 14% вологості та 100% чистоти), що дозволить більш об'єктивно оцінити ефективність впливу на продуктивність культури того чи іншого фактору, що досліджувався [37, 94, 142].

Фактори, що їх було поставлено нами на вивчення в програмі наукових досліджень, продемонстрували істотний вплив на процеси росту і розвитку, а також елементи структури врожаю зернового сорго (див. розділ 3). Проведений нами аналіз впливу генетичних властивостей гібридів культури, густоти стояння рослин в агрофітоценозі та строку проведення сівби зернового сорго дає можливість стверджувати, що характер та істотність залежностей основних фенолого-біометричних та структурних показників росту, розвитку та врожайності культури зберігся і зумовив диференційований характер підсумкового показника, за яким було проведено оцінювання зазначених елементів технології, як врожайність кондиційного зерна сорго, що підтверджується і роботами інших науковців [150].

Урожайність зерна сорго, приведеного до базисних кондицій, за варіантами досліду наведена в середньому за роки проведення досліджень в таблиці 4.1, а за окремі роки – в додатку Р.

Таблиця 4.1

Урожайність зерна гібридів сорго зернового за різних строків сівби і густоти стояння рослин, т/га (середнє за 2013-2015 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота посівів, тис. шт./га (фактор В)			
	100	140	180	220
8-10 °С (фактор С)				
Сонцедар	5,64	6,54	4,88	4,79
Прайм	3,20	4,54	4,62	3,83
Бургго	4,38	5,50	5,00	4,29
Спринт W	2,96	2,93	3,16	3,49
Даш Е	4,55	6,23	6,69	5,26
Таргга	3,83	4,98	5,60	4,58
14-16 °С (фактор С)				
Сонцедар	2,67	2,18	2,29	2,05
Прайм	1,75	2,43	1,70	1,60
Бургго	1,93	2,39	1,94	2,28
Спринт W	1,43	1,39	1,25	1,45
Даш Е	3,29	3,52	3,96	3,96
Таргга	2,59	2,61	3,20	2,64
НІР ₀₅ , т/га	А	0,18-0,39		
	В	0,20-0,57		
	С	0,21-0,52		
	АВ	0,32-0,74		
	АС	0,44-0,63		
	ВС	0,48-0,77		
	АВС	0,62-1,07		

Аналіз наведених вище даних дозволяє зробити висновок, що максимальний вплив на формування зернової продуктивності сорго в досліді мав фактор строку сівби. За всіма варіантами гібридів культури і густоти стояння рослин в агроценозі врожайність зерна сорго, отримана за раннього строку сівби, була вищою, ніж за пізнього строку в середньому на 2,29 т/га або на 49,3%, це свідчить про беззаперечну перевагу висівання культури в

ранні строки за рахунок створення більш оптимальних умов для росту і розвитку рослин, в першу чергу – за рахунок покращення вологозабезпечення агрофітоценозу. За проведення сівби культури при досягненні температури ґрунту на глибині загортання насіння 8-10 °С, гібрид Сонцедар сформував максимальну зернову продуктивність на рівні 6,54 т/га за густоти стояння рослин 140 тис. шт./га, а середня врожайність за варіантом густоти стояння склала 5,46 т/га.

Максимальна врожайність гібриду Прайм була відмічена за густоти стояння 180 тис. шт./га і склала 4,62 т/га за середньої врожайності 4,05 т/га. На ділянках, де вирощувався гібрид Бургго, кращою визнана густота рослин 140 тис. шт./га, що зумовила одержання 5,50 т/га кондиційного насіння за середньої урожайності 4,79 т/га. Гібрид Спринт W характеризувався максимальної врожайності зерна за умови висівання у ранній строк із густотою 220 тис. шт./га – відповідно 3,49 т/га, а в середньому за фактором густоти посіву врожайність склала 3,14 т/га.

Істотно вищим рівнем зернової продуктивності характеризувався гібрид Даш Е: на варіанті із загущенням 180 тис. шт./га в середньому за роки проведення досліджень нами було отримано 5,68 т/га зерна, що, як і його середня врожайність за фактором В на рівні 5,68 т/га, є найвищим показником з-поміж гібридів, що вивчалися.

Аналіз зернової продуктивності гібриду Таргга, висіяного в ранній строк, показав, що оптимальною кількістю рослин на одному га є також 180 тис. шт./га, що зумовило отримання з цієї площі 5,60 т кондиційного зерна. В середньому за фактором загущеності стеблостою, даний гібрид продемонстрував продуктивність на рівні 4,75 т/га.

За показником пластичності, тобто здатності мінімально змінювати зернову продуктивність із зменшенням або збільшенням загущеності агроценозу, лідером в досліді нами визнаний гібрид Даш Е, чия середня врожайність за фактором густоти стояння рослин (5,68 т/га) на 0,22 т/га або 3,9% перевищує аналогічні показники гібриду Сонцедар; 1,63 т/га або 28,7%

- гібриду Прайм; 0,89 т/га або 15,7% - гібриду Бургго; 2,54 т/га або 44,7% - гібриду Спринт W і 0,93 т/га або 16,4% - гібриду Таргга.

Аналогічний характер залежностей відмічався нами і за аналізу зернової продуктивності гібридів сорго, висіяних із різною густотою в пізній строк. Так, за проведення сівби культури при досягненні температури ґрунту на глибині загортання насіння 14-16 °С, гібрид Сонцедар сформував максимальну зернову продуктивність на рівні 2,67 т/га за густоти стояння рослин 100 тис. шт./га, а середня врожайність за варіантом густоти стояння склала 2,30 т/га.

Гібрид Прайм, висіяний в цей же строк, максимальну зернову продуктивність сформував за густоти стояння 140 тис. шт./га – в середньому, з кожної ділянки було отримано по 2,43 т/га кондиційного зерна. Середня врожайність за густотою посіву склала 1,87 т/га.

Максимальна зернова продуктивність гібриду Бургго була відмічена нами за варіантом загушення посіву до позначки 140 тис. шт./га – з кожного га було отримано по 2,39 т зерна, а в середньому за фактором В – по 2,14 т.

Як і за раннього строку сівби, найменш урожайним виявився гібрид Спринт W, максимальна врожайність якого на рівні 1,43-1,45 т/га була сформована, водночас, за варіантами мінімального і максимального загушення стеблостою. В середньому за даним фактором, гібрид забезпечив отримання 1,38 т/га зерна.

Водночас, гібрид Даш Е сформував максимальний рівень зернової продуктивності і за пізнього строку сівби, підтвердивши не лише високі адаптивні властивості, а й істотний рівень екологічної та продуктивної пластичності. Максимальним рівнем урожайності характеризувалися дослідні ділянки, на яких було сформовано густоту на рівні 180-220 тис. шт./га – 3,96 т/га, а в середньому по фактору густоти – 3,68 т/га.

Істотно поступався за зазначеними показниками гібрид Таргга: максимальну зернову продуктивність рослини даного гібриду сформували за

густоти стояння 180 тис. шт./га – 3,20 т/га, а в середньому при збільшенні густоти від 100 до 220 тис. шт./га його врожайність склала 2,76 т/га.

Стосовно показника пластичності, то лідером в досліді, як і за раннього строку проведення сівби, нами визнаний гібрид Даш Е. Середня врожайність останнього за фактором густоти стояння рослин (3,68 т/га) на 1,38 т/га або 37,5% перевищує аналогічні показники гібриду Сонцедар; 1,81 т/га або 49,2% - гібриду Прайм; 1,54 т/га або 41,9% - гібриду Бургго; 2,30 т/га або 62,5% - гібриду Спринт W і 0,92 т/га або 25,0% - гібриду Таргга.

Оптимальною густотою стояння рослин гібриду Даш Е за обома строками сівби є 180 тис. шт./га. В разі, якщо агрокліматичні та виробничі умови дозволяють провести сівбу культури в ранній строк, в якості альтернативного варіанту слід розглядати і гібрид Сонцедар, оптимальним загущенням якого є 140 тис. шт./га.

У всіх випадках при ранніх строках сівби спостерігається стабільно висока врожайність гібридів сорго зернового в порівнянні із пізніми строками сівби (рис. 4.1). За 2013-2015 роки досліджень визначено, що ранній строк сівби гібридів сорго зернового забезпечує можливість отримати середню урожайність гібридного складу $4,9 \pm 2,1$ т/га, що в 1,82 рази більше за урожайність отриманої в результаті пізнього строку сівби, середнє значення якої $2,69 \pm 1,08$ т/га. Значна неоднорідність отримання врожаю сорго зернового спостерігається при різних умовах густоти стояння рослин. Найбільше середнє значення врожайності гібридного складу спостерігається при нормі висіву 140 тис. шт./га – 3,92 т/га, при 180 тис. шт./га – 3,82 т/га, 220 тис. шт./га – 3,48 т/га і найменше при 100 тис. шт./га – 3,24 т/га.

Найвищі адаптивні можливості до кліматичних умов південного Степу України в період досліджень мав гібрид Даш Е, його середня урожайність за роки досліджень за різних строків сівби склала $4,69 \pm 0,52$ т/га, найменшу урожайність мав гібрид Спринт W – $2,73 \pm 0,64$ т/га. Добру адаптивну можливість також мали Сонцедар ($4,11 \pm 0,55$ т/га) і Таргга ($3,75 \pm 0,53$ т/га).

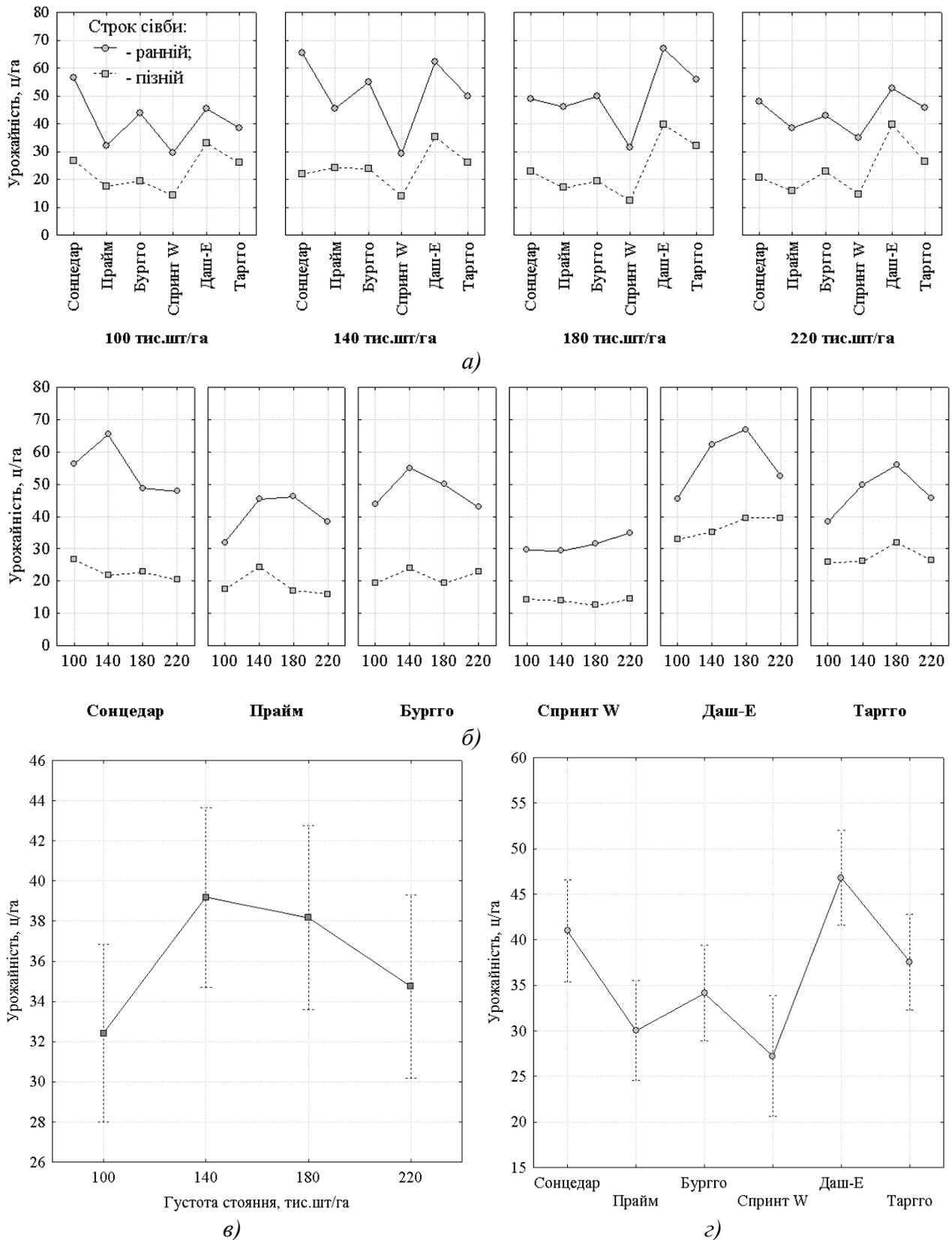


Рис. 4.1 Формування врожайності гібридного складу сорго зернового залежно від густоти стояння рослин та строків сівби за 2013-2015 рр.: а) розподіл за густотою стояння, тис. шт./га; б) розподіл за гібридним складом; в) середнє значення врожайності та довірчий інтервал (0,95) в залежності від густоти стояння; г) середнє значення врожайності та довірчий інтервал (0,95) в залежності від гібридного складу

Останнім часом в прогресивних технологіях виробництва сільськогосподарських культур все більше уваги приділяється питанню застосування в агрофітоценозах біологічно-активних речовин – природних і синтетичних стимуляторів росту рослин, котрі за мінімальних витратних норм спроможні радикальним чином змінити інтенсивність і вектори ростових і продуктивних процесів фітоорганізму [94, 279].

Шляхом адресного застосування тієї чи іншої росторегулюючої сполуки реально покращити комплекс адаптивних властивостей культури, регулювати ростові процеси та механізм утворення і накопичення запасних речовин (цукрів, жиру, білку тощо) [158, 178].

Зважаючи на те, що проблема застосування стимуляторів росту рослин на найбільш поширених культурах агроценозів Півдня на сьогодні лише починає предметно досліджуватися науковцями, а питанню їх використання в посівах зернового сорго уваги дослідників майже взагалі не відведено, нами була проаналізована ефективність класичної росторегулюючої сполуки – бурштинової кислоти як елемента технології вирощування культури.

З метою об'єктивного дослідження ефективності впливу зазначеного стимулятора росту на кількісно-якісні показники врожаю гібридів зернового сорго, зважаючи на його мінімальну норму внесення (30-40 г/га) в схему досліду нами був додатково введений варіант фонового контролю – обробіток чистою водою. Даний захід був спрямований на унеможливлення викривлення результатів через позитивний вплив на продуктивність культури освіжаючого ефекту на генеративні органи (пилки, квітки, суцвіття) від високодисперсного розпилення води при проведенні обприскування рослин розчином бурштинової кислоти.

Як показали результати досліджень, проведення обробітку рослин зернового сорго за раннього строку сівби 0,01% розчином бурштинової кислоти в період формування суцвіть виявилось високоефективним заходом, спрямованим на збільшення зернової продуктивності культури (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

**Вплив обробітку стимулятором росту на врожайність зерна гібридів
сорго зернового за раннього строку сівби (t ґрунту 8-10 °С), т/га
(середнє за 2013-2015 рр.)**

Гібрид (фактор А)	Спосіб обробітку (фактор В)				
	без обробітку – контроль	чиста вода – фон	+– до контролю	0,01%-розчин бурштинової кислоти	+– до контролю
Сонцедар	4,88	4,95	0,07	5,60	0,72
Прайм	4,62	4,71	0,09	5,28	0,66
Бургго	5,00	5,07	0,07	5,75	0,75
Спринт W	3,16	3,25	0,09	3,57	0,41
Даш Е	6,69	6,75	0,06	7,51	0,82
Таргга	5,60	5,65	0,05	6,34	0,74
НІР ₀₅ , т/га	А	0,62-0,91			
	В	0,38-0,64			
	АВ	0,88-1,67			

В середньому за роки проведення досліджень, на ділянках, де застосовувався стимулятор росту, урожайність зерна культури склала 5,67 т/га, на варіантах, де обробіток рослин проводився чистою водою – 5,06 т/га, а на контрольних – 4,99 т/га, що дозволяє зробити висновок про істотний позитивний вплив на врожайність зернового сорго застосування росторегулюючого препарату і помітний ефект від освіжаючого впливу води при формуванні генеративної частини врожаю рослин.

У всіх гібридів нами відмічена закономірність, згідно якої застосування 0,01%-розчину бурштинової кислоти підвищувало насінневу продуктивність культури у порівнянні із необробленим контролем: гібриду Сонцедар – на 0,72 т/га або 12,9%; Прайм – на 0,66 т/га або 12,5%; Бургго – на 0,75 т/га або 13,0%; Спринт W – на 0,41 т/га або 11,5%; Даш Е – на 0,82 т/га або 10,9% і на ділянках, де висівався гібрид Таргга прибавка склала 0,74 т/га або 11,7%.

Мінімальний, проте водночас позитивний ефект від обприскування рослин зернового сорго чистою водою ми пояснюємо короткочасним покращенням умов мікроклімату верхнього ярусу агрофітоценозу, в першу чергу за рахунок зниження температури повітря і підвищення відносної вологості повітря в період формування генеративних органів рослинного організму, коли агрокліматичні умови в роки проведення досліджень характеризувалися несприятливими значеннями гідротермічного коефіцієнту.

4.2. Аналіз господарськоцінних ознак і якісних показників зерна сорго в залежності від факторів, що досліджувалися

Зважаючи на сучасні економічні реалії, коли будь-яка партія рослинницької продукції повинна розцінюватися і з позицій відповідності критеріям якості на зовнішньому аграрному ринку, а також з тієї причини, що товарне зерно сорго, як правило, є сировиною для подальшої первинної або глибокої технологічної переробки, підсумковим показником, за яким необхідно оцінювати ефективність і доцільність того чи іншого агроприйому є якісні параметри зерна [128, 151]. Водночас, через те, що більшість сучасних гібридів культури, як правило, характеризуються достатньо високими показниками якості зерна, більшість дослідників на перший план при всебічній агробіологічній оцінці сортового та гібридного складу виводять комплекс господарськоцінних ознак культури, а саме: стійкість до обсіпання насіння та вилягання, рівень толерантності по відношенню до несприятливих абіотичних і біотичних факторів навколишнього середовища [69, 91, 221].

В працях багатьох авторів міститься інформація, згідно якої із збільшенням загущеності стеблостою сорго зернового, водночас із зменшенням площі живлення рослин і стоншенням стебла істотно зменшується його опорна і несуча здатність, що у сукупності із генетично зумовленою високорослістю окремих сортів і гібридів, а також за умови

утворення потужної генеративної маси призводить до вилягання рослин в посіві [155, 195].

За результатами наших досліджень, стійкість сорго зернового до вилягання рослин не залежала від генетичних особливостей гібриду і строку проведення сівби, а в певній мірі була зумовлена густотою стояння рослин в агрофітоценозі (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Стійкість гібридів сорго зернового до вилягання рослин за різних строків сівби і густоти стояння рослин, бал (середнє за 2013-2015 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота посівів, тис. шт./га (фактор В)			
	100	140	180	220
8-10 °С (фактор С)				
Сонцедар	5,0	5,0	5,0	5,0
Прайм	5,0	5,0	5,0	4,9
Бургго	5,0	5,0	5,0	4,9
Спринт W	5,0	5,0	5,0	4,7
Даш Е	5,0	5,0	5,0	5,0
Таргга	5,0	5,0	5,0	5,0
14-16 °С (фактор С)				
Сонцедар	5,0	5,0	5,0	5,0
Прайм	5,0	5,0	5,0	4,9
Бургго	5,0	5,0	5,0	4,9
Спринт W	5,0	5,0	5,0	5,0
Даш Е	5,0	5,0	5,0	5,0
Таргга	5,0	5,0	5,0	4,8

За густоти стояння рослин до 180 тис. шт./га включно як за раннього, так і за пізнього строків сівби всі варіанти гібридів продемонстрували високий рівень стійкості до вилягання – середнє значення показника за роки проведення досліджень не зменшувалося нижче 5,0 балів.

На фоні максимального загушення посіву до рівня 220 тис. шт./га за раннього строку сівби в окремі роки нами відмічалось вилягання одиничних рослин гібридів Прайм, Бургго і Спринт W, за пізнього – Прайм, Бургго і

Таргга. Проте інтенсивність даного негативного явища була вкрай незначною, що практично не вплинуло на якість комбайнового збирання культури. Рівень виробничих втрат зерна і, як наслідок, зернової продуктивності рослин у зазначених варіантах досліді.

Що стосується іншої господарськоцінної ознаки культури – стійкості до обсіпання насіння, то за результатами наших досліджень зазначений показник не мав істотної залежності від факторів, що вивчалися в досліді, і був, скоріше за все, зумовлений генетичними особливостями гібридів.

За роки проведення досліджень окремі поодинокі прояви даного негативного явища біли відмічені нами лише на нечисленних рослинах, що вилягли, і, відповідно, мали механічне пошкодження суцвіть із сформованим зерном при русі МТА (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Стійкість гібридів сорго зернового до обсіпання насіння за різних строків сівби і густоти стояння рослин, бал (середнє за 2013-2015 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота посівів, тис. шт./га (фактор В)			
	100	140	180	220
8-10 °С (фактор С)				
Сонцедар	5,0	5,0	5,0	5,0
Прайм	5,0	5,0	5,0	4,9
Бургго	5,0	5,0	5,0	5,0
Спринт W	5,0	5,0	5,0	4,9
Даш Е	5,0	5,0	5,0	5,0
Таргга	5,0	5,0	5,0	5,0
14-16 °С (фактор С)				
Сонцедар	5,0	5,0	5,0	5,0
Прайм	5,0	5,0	5,0	4,9
Бургго	5,0	5,0	5,0	4,9
Спринт W	5,0	5,0	5,0	5,0
Даш Е	5,0	5,0	5,0	5,0
Таргга	5,0	5,0	5,0	5,0

Більшість дослідників сходяться в думці, що вести селекцію і орієнтувати видові технології зернового сорго в Сухому Степу з урахуванням аспектів толерантності культури до впливу фітопатогенів не варто з тієї причини, що агрокліматичні особливості зони вирощування, особливо на фінальних стадіях онтогенезу не сприяють їх епіфітотійному розвитку (в першу чергу, з причини низької відносної вологості і високих денних і нічних температур повітря першої половини осені) [118, 223, 231, 289].

Проте, за результатами наших досліджень, в окремі роки за рахунок ранкового конденсату вологи повітря (порівняно низька нічна температура повітря на фоні інтенсивного наростання денної) відмічалися спорадичні прояви грибкових захворювань генеративних органів зернового сорго, особливо за пізнього строку сівби (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Стійкість гібридів сорго зернового до збудників грибкових хвороб за різних строків сівби і густоти стояння рослин (середнє за 2013-2015 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота посівів, тис. шт./га (фактор В)											
	100			140			180			220		
	ЛС	ПН	ГС	ЛС	ПН	ГС	ЛС	ПН	ГС	ЛС	ПН	ГС
8-10 °С (фактор С)												
Сонцедар	***	***	***	***	***	***	***	**	***	**	**	**
Прайм	***	***	***	***	***	***	***	***	***	**	**	**
Бургго	***	***	***	***	***	***	***	**	***	**	**	**
Спринт W	***	***	***	***	***	***	**	**	***	**	**	**
Даш Е	***	***	***	***	***	***	***	***	***	**	**	**
Таргга	***	***	***	***	***	***	***	**	***	**	**	**
14-16 °С (фактор С)												
Сонцедар	***	***	***	***	***	***	***	**	***	**	**	**
Прайм	***	***	***	***	***	***	**	**	***	**	**	**
Бургго	***	***	***	***	***	***	**	**	**	**	**	**
Спринт W	***	***	***	***	***	***	**	**	**	**	**	**
Даш Е	***	***	***	***	***	***	***	**	***	**	**	**
Таргга	***	***	***	***	***	***	**	**	**	**	**	**

Примітка: ЛС – летюча сажка, ПН – пліснявіння насіння, ГС – гельмінтоспоріоз;

*** - виска стійкість, ** - середня стійкість, * - низька стійкість.

Із зростанням рівня загущеності посіву від 100 до 180 тис. шт./га за раннього строку сівби всі гібриди характеризувалися високим ступенем стійкості до основних фітопатогенів, характерних для агроценозу зернового сорго. За пізнього строку сівби окремі спорадичні прояви грибкових захворювань (в першу чергу, летючої сажки зерна) фіксувалися нами, починаючи з густоти стояння рослин 140 тис. шт./га.

За максимальної загущеності стеблостою всі варіанти гібридів за обома строками сівби характеризувалися середнім рівнем стійкості до прояву летючої сажки, пліснявіння насіння і гельмінтоспоріозу суцвіть.

Основними показниками якості зерна сорго, що зумовлюють придатність і вектор використання тієї чи іншої партії, є вміст в ньому перетравного протеїну (харчовий і кормовий напрям використання) і крохмалю (виробництво біоетанолу). Зважаючи на перспективи України до євроінтеграції, абсолютно реальним вбачається можливість диференціації вартості товарних партій зерна сорго в залежності від його якісних показників [128, 151, 198, 208, 259]. Нижче нами наведені результати дослідження вмісту в зерні гібридів зернового сорго протеїну (рис. 4.2).

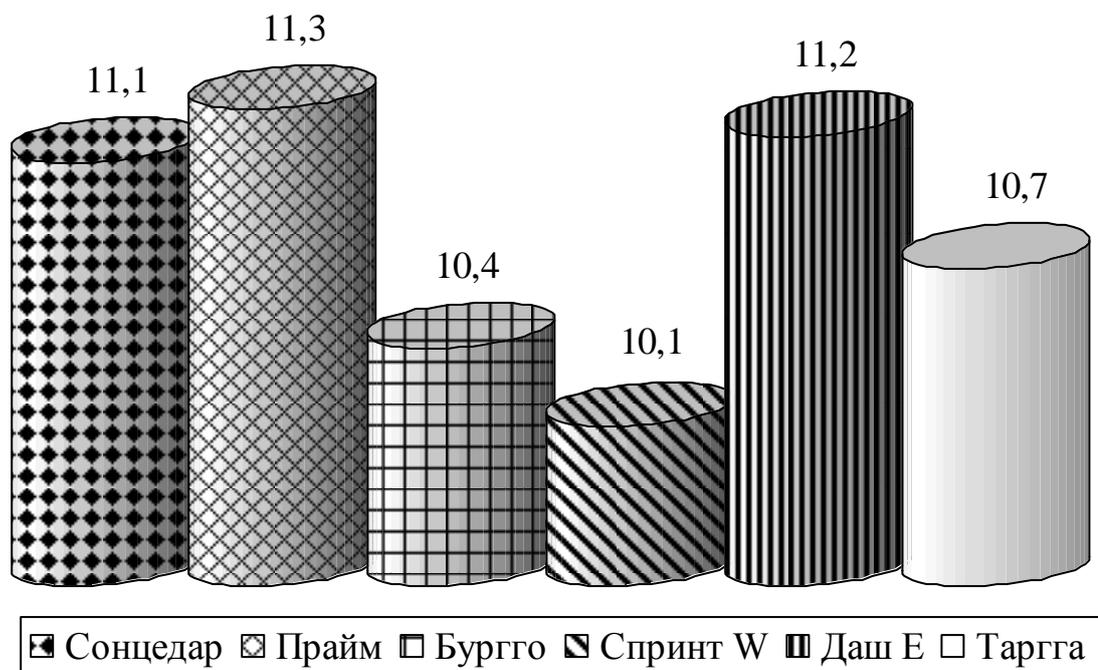
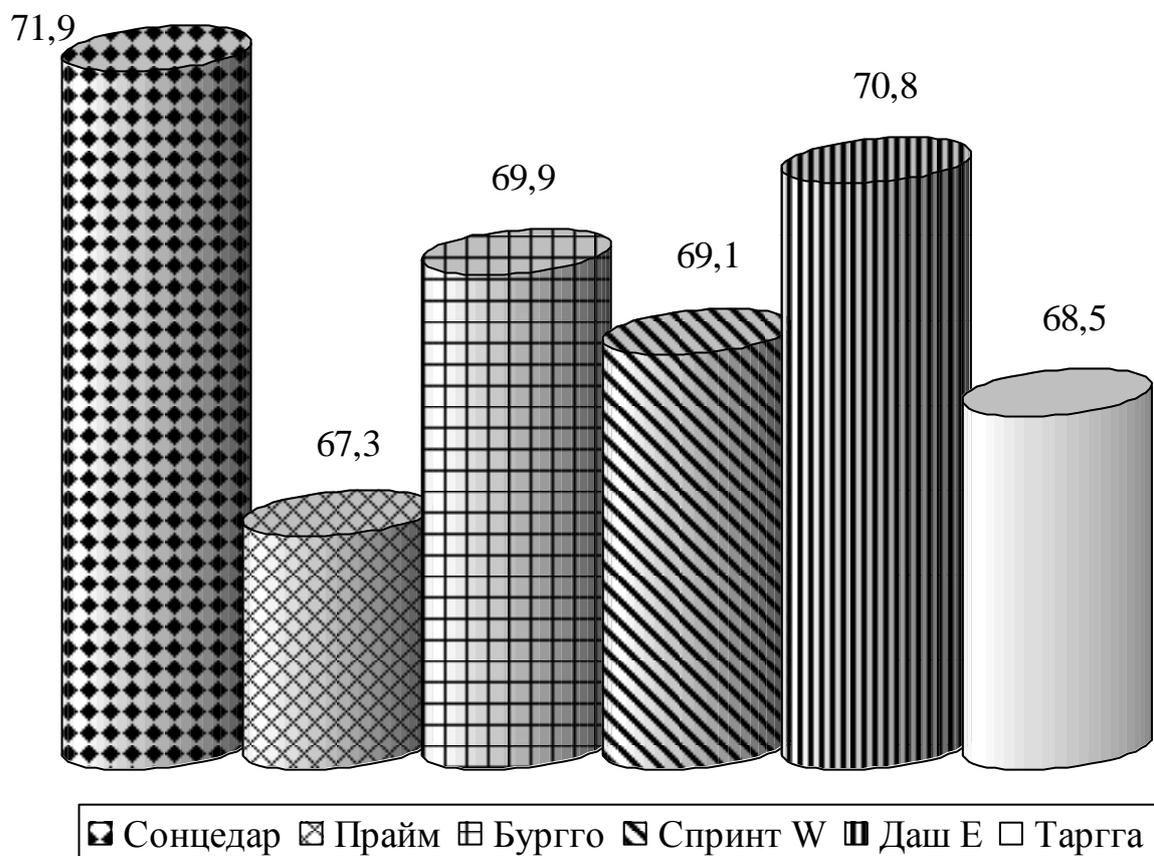


Рис. 4.2 Вміст протеїну в зерні гібридів сорго зернового, %
(середнє за 2013-2015 рр.)

Аналіз наведених вище даних дозволяє зробити висновок, що вміст в зерні культури протеїну в середньому склав 10,8%, що дозволяє його застосування в якості повноцінної сировини для харчової переробки і високопоживного кормового інгредієнту. За максимальним значенням зазначеного показника у випробуванні виділялися гібриди Прайм і Даш Е (відповідно 11,3 і 11,1% протеїну в зерні).

Принциповим показником, за яким оцінюється придатність зерна сорго для подальшої технологічної переробки, є вміст в ньому полісахарів, в першу чергу – крохмалю. Вважається, що за вмісту даної пластичної запасної речовини на рівні 55-60% сировина є придатною для залучення до наступного технологічного циклу переробки з позицій економічної доцільності і ефективності отримання кінцевого продукту [151, 259]. На рис. 4.3 нами проілюстрований вміст крохмалю в зерні гібридів культури, що вивчалися.



**Рис. 4.3 Вміст крохмалю в зерні гібридів сорго зернового, %
(середнє за 2013-2015 рр.)**

Наведені дані свідчать, що всі гібриди, які були залучені до комплексного агробіологічного оцінювання, характеризувалися значеннями даного показника, які дозволяють віднести їх товарне зерно до придатного і перспективного для подальшого технологічного використання. Максимальний вміст крохмалю в зерні відмічений за варіантом гібриду Сонцедар – в середньому за роки проведення досліджень він склав 71,9%.

4.3. Математичне моделювання впливу елементів технології вирощування на формування врожайності гібридів сорго зернового з використанням методу штучних нейронних мереж

В багатьох випадках моделювання врожайності сільськогосподарських культур має досить високу помилку оцінювання для лінійної моделі, що дозволяє висунути припущення, що характер залежності $y = f(x)$ є нелінійним [13, 132, 285]. Дійсно, лінійна регресія з коефіцієнтами, обчисленої на основі методу найменших квадратів, має місце тільки в тому випадку, якщо змінні моделі є випадковими величинами, розподіленими за нормальним законом з постійною дисперсією [203]. Якщо припущення про нормальність не виконується, то лінійна модель буде допускати значну помилку [18, 98, 163].

Нелінійне оцінювання є набагато більш складною і трудомісткою процедурою, що вимагає від аналітика професійного володіння математичною статистикою [29, 41, 43]. Але в результаті моделювання дослідник отримує модель формування урожаю сільськогосподарських культур із достатньо високою точністю. Це дає можливість використовувати нелінійні моделі у виробництві для отримання високодостовірних прогнозів проектування врожайності.

На сьогоднішній день найбільш потужнішими і ефективними методами нелінійного моделювання та прогнозування досліджуваних процесів і явищ являються штучні нейронні мережі (ШНМ) [29, 48, 92]. Їх ми

використовували в своїй роботі для моделювання формування врожайності сорго зернового.

Дослідженнями встановлено, що строки сівби та густота стояння рослин по різному впливають на формування врожайності гібридного складу сорго зернового (Додатки С1-С5).

За різних строків сівби, у більш сприятливі 2014 і 2015 роки за погодними умовами, спостерігалось значна прибавка врожаю в порівнянні із 2013 роком (рис. 4.4).

Так, за раннього строку сівби у 2013 році середня урожайність гібридів сорго зернового складала $3,18 \pm 0,89$ т/га, в 2014 році було отримано в 1,3 рази більше – $4,18 \pm 0,98$ т/га, у 2015 році отримано в середньому $7,05 \pm 1,83$ т/га, що в 2,2 і 1,7 рази більше за 2013 р. і 2014 р. відповідно. При пізньому строку сівби найбільш сприятливі кліматичні умови склалися в 2014 році, середнє значення урожайності – $3,37 \pm 0,91$ т/га.

За 2013-2015 роки досліджень найвищу врожайність при ранньому строку сівби за різних умов густоти стояння рослин по окремим гібридам отримано – при 140 тис.шт./га: Сонцедар – 6,54 т/га, Бургго – 5,50 т/га; 180 тис.шт./га: Даш Е – 6,69 т/га, Таргга – 5,60 т/га, Прайм – 4,62 т/га; 220 тис.шт./га: Спринт W – 3,49 т/га; за проведення сівби культури в пізній строк і загущенні агроценозу на рівні 100 тис.шт./га: Сонцедар – 2,67 т/га; 140 тис.шт./га: Прайм – 2,43 т/га, Бургго – 2,39 т/га; 180 тис.шт./га: Даш Е – 3,96 т/га, Таргга – 3,20 т/га; 220 тис.шт./га: Спринт W – 1,45 т/га.

Врожайність зерна гібридного складу сорго за 2013-2015 роки досліджень за різних строків сівби наглядно представлено на рис. 4.5. Варіабельність врожаю в межах 40-43% вказує на значну її обумовленість факторами, що вивчалися. Найбільш стійкими до змін кліматичних умов і норм висіву за раннього строку сівби були гібриди Таргга – 22,9% і Бургго – 32,0%, за пізнього Сонцедар – 21,4%, Спринт W – 27,2% і Даш Е – 27,1%. Найбільш чутливим до вказаних факторів виявився Прайм – від 49,7 до 54,2%.

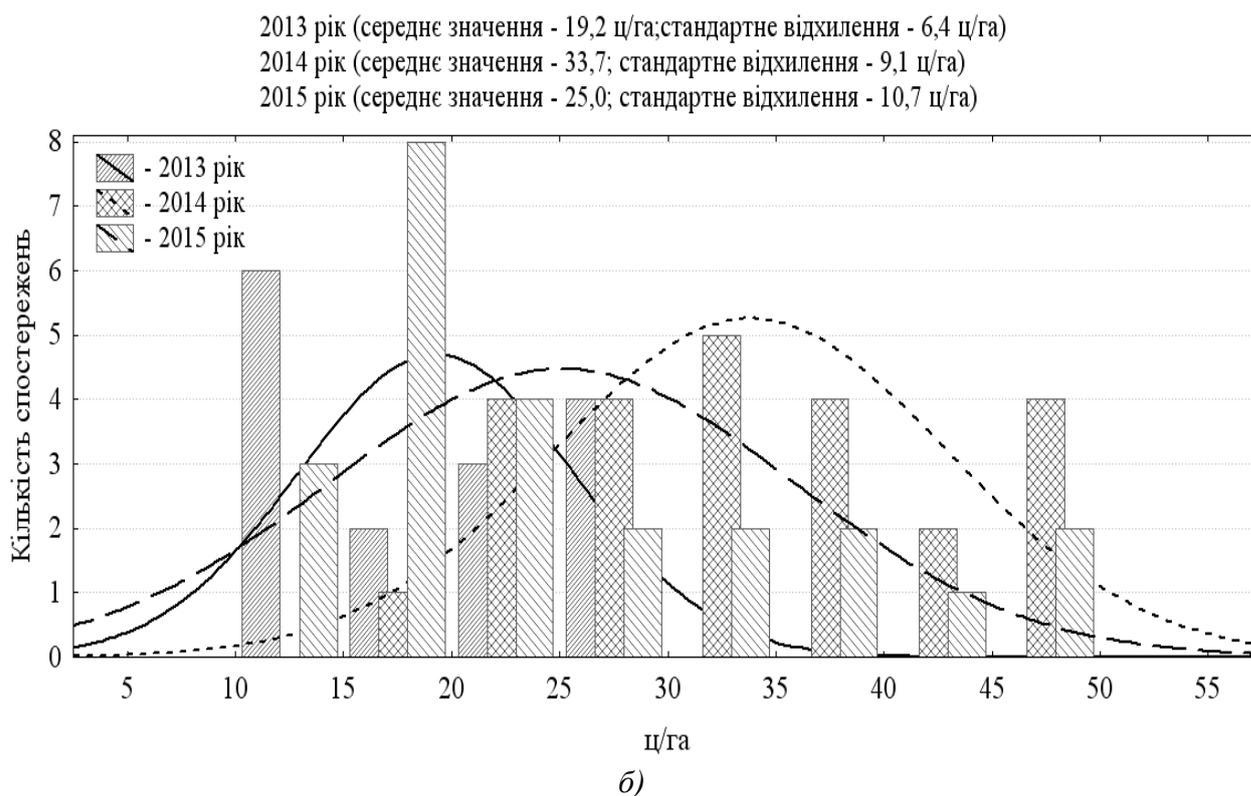
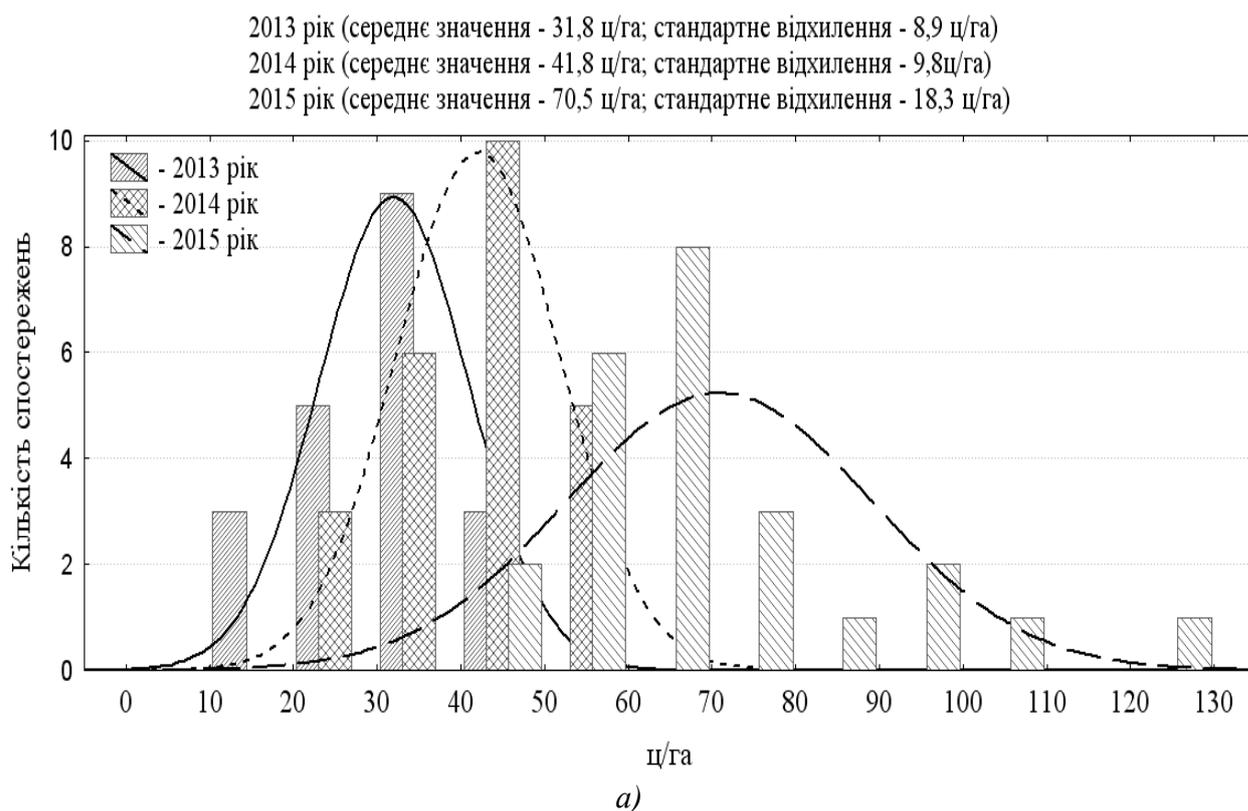
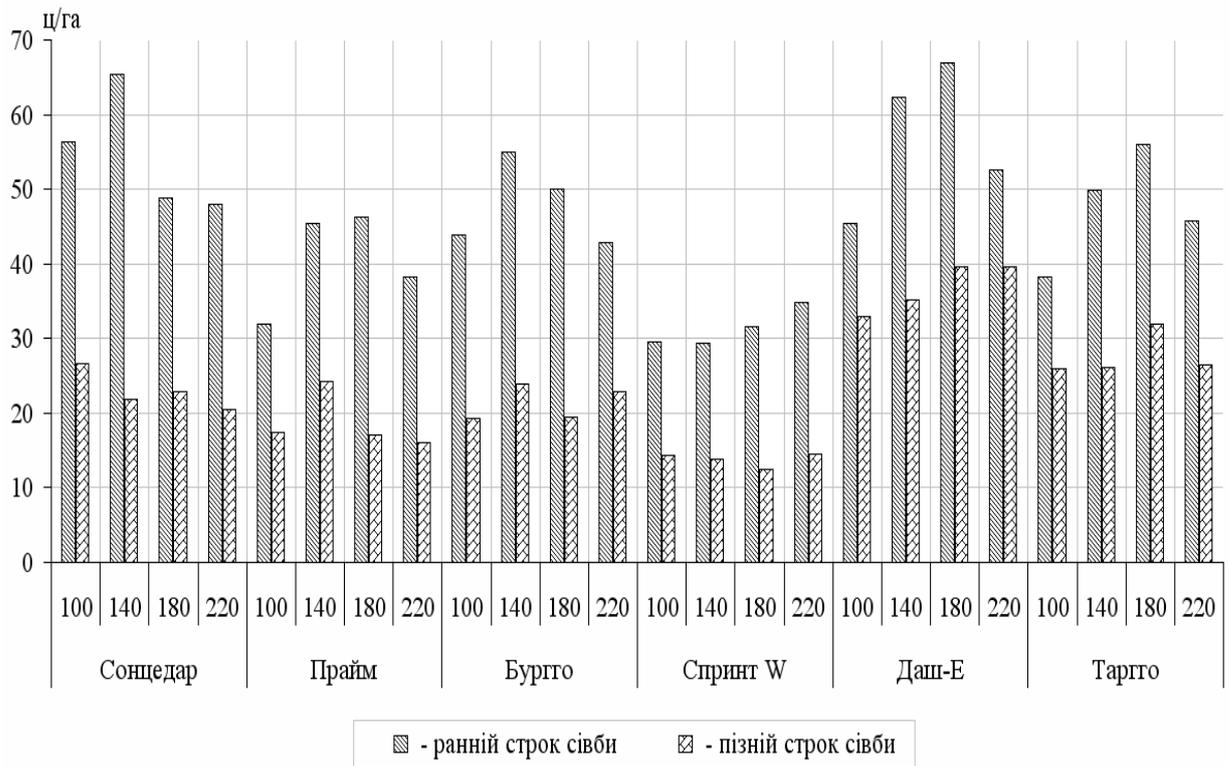
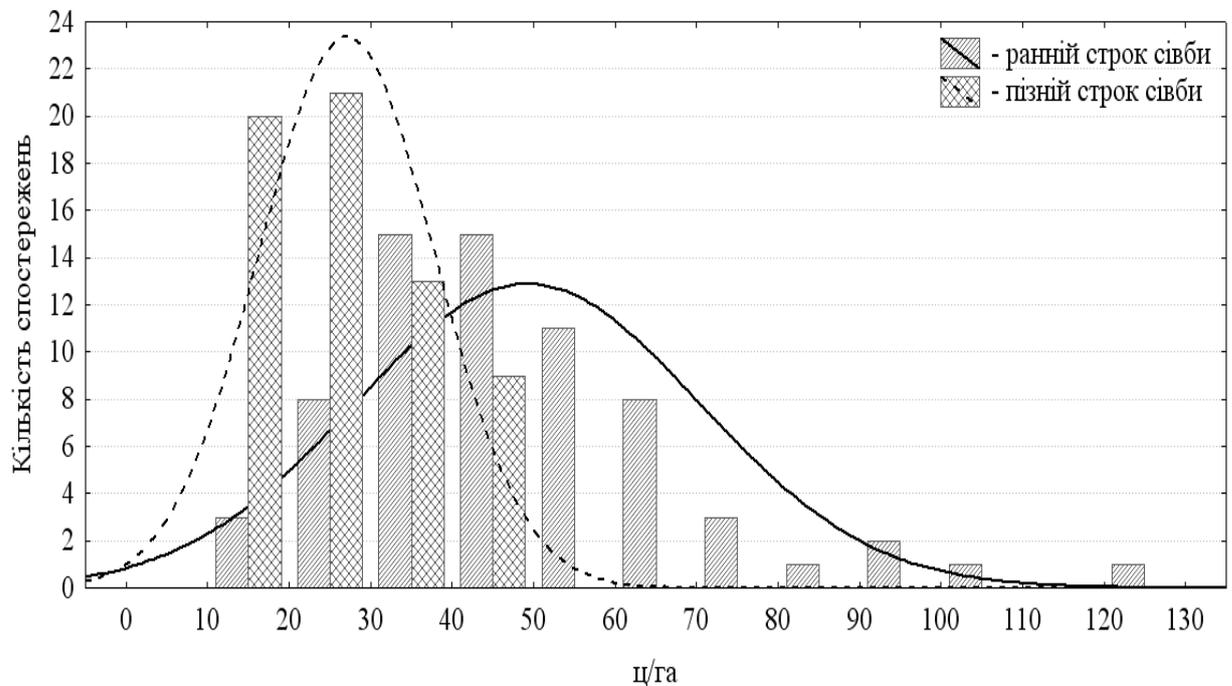


Рис. 4.4 Порівняльна оцінка врожайності гібридів сорго зернового за 2013-2015 роки досліджень: а) ранній строк сівби; б) пізній строк сівби



а)

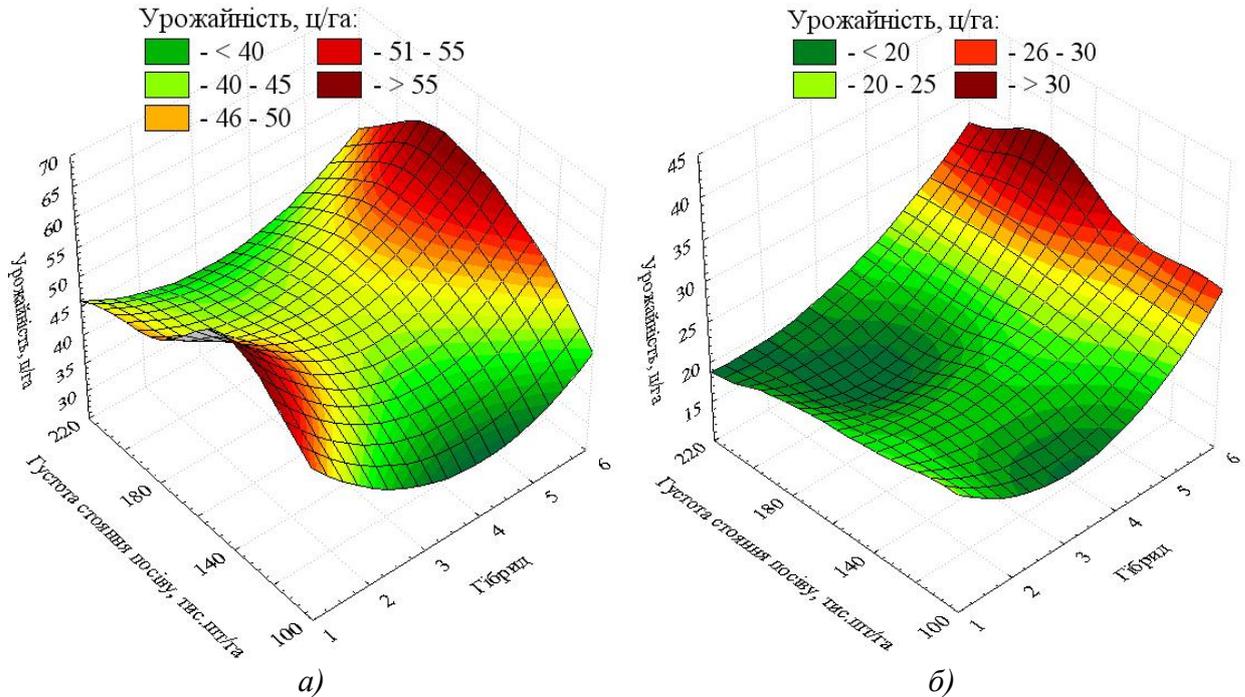
ранній строк сівби (середнє значення - 49,0 ц/га; стандартне відхилення - 21,0 ц/га)
 пізній строк сівби (середнє арифметичне - 26,9ц/га; стандартне відхилення - 10,8 ц/га)



б)

Рис. 4.5 Порівняльна оцінка врожайності гібридів сорго зернового за різними строками сівби: а) за окремим гібридом; б) за всіма гібридами

За результатами досліджень (середнє 2013-2015 рр.) нами створені двохфакторні поверхні і моделі залежності врожаю сорго зернового від гібриду та густоти стояння рослин в різні строки сівби (рис. 4.6).



Ранній строк сівби 8-10°C:

$$f(y_p) = 15,224 - 16,6604x_1 + 1,7207x_1^2 + 0,7407x_2 - 0,0026x_2^2 + 0,0285x_1x_2; r = 0,60 \quad (5.1)$$

Пізній строк сівби 14-16°C:

$$f(y_n) = 27,0511 - 7,6849x_1 + 1,0134x_1^2 + 0,0483x_2 - 0,0003x_2^2 + 0,0162x_1x_2; r = 0,58 \quad (5.2)$$

де, x_1 – код гібриду: 1 – Сонцедар; 2 – Прайм; 3 – Бургго; 4 – Спринт W; 5 – Даш Е; 6 – Таргга; x_2 – густина стояння посіву (від 100 до 220 тис. шт./га).

Рис. 4.6 Врожайності сорго зернового залежно від гібридного складу та густоти стояння рослин: а) ранній строк сівби; б) пізній строк сівби

Як видно з рис. 4.6, урожайність гібридного складу сорго зернового підпорядкована нелінійним закономірностям, що підтверджує значну нерівномірність його формування в залежності від факторів дослідження. Отримання найбільш оптимальних урожаїв сорго зернового спостерігається за раннього строку сівби і густоті стояння рослин 140 тис. шт./га., в середньому становить 5,12 т/га (від 2,93 т/га до 6,54 т/га), при цій же нормі висіву в пізній строк сівби середня врожайність складала 2,52 т/га (від 1,39 т/га

до 3,52 т/га). Найменша врожайність була отримана за норми висіву 100 тис. шт./га: в ранній строк сівби 4,09 т/га (2,96-5,64 т/га), пізній – 2,28 т/га (1,43-3,29 т/га); і 220 тис. шт./га: ранній строк сівби 4,37 т/га (3,49-5,26 т/га), пізній – 2,27 т/га (1,45-3,96 т/га). При нормі висіву 180 тис. шт./га урожайність складала при ранньому строку сівби 4,99 т/га (3,16-6,69 т/га), пізньому – 2,30 т/га (1,25-3,96 т/га).

В таблиці 4.6 нами представлені відхилення врожайності досліджуваних гібридів сорго зернового від середнього значення врожаю за густотою стояння рослин за різних строків сівби. В результаті чого визначено, що при різних умовах формування лише гібрид Даш Е мав додатній баланс отримання стабільного урожаю в межах 11,2-70%.

Таблиця 4.6

Відхилення врожайності гібридів сорго зернового від середнього значення за різної густоти стояння рослин і строків сівби (середнє за 2013-2015 рр.)

Гібрид	Густота стояння посіву, тис. шт./га							
	100		140		180		220	
	+/-, т/га	+/-, %	+/-, т/га	+/-, %	+/-, т/га	+/-, %	+/-, т/га	+/-, %
Ранній строк сівби (8-10⁰С)								
Сонцедар	1,55	3,78	1,42	2,77	-0,11	-0,22	0,42	0,95
Прайм	-0,89	-2,18	-0,58	-1,13	-0,37	-0,74	-0,54	-1,24
Бургго	0,29	0,70	0,38	0,74	0,01	0,02	-0,08	-0,19
Спринт W	-1,13	-2,77	-2,19	-4,28	-1,83	-3,67	-0,88	-2,02
Даш Е	0,46	1,12	1,11	2,17	1,70	3,40	0,89	2,03
Таргга	-0,26	-0,64	-0,14	-0,27	0,61	1,22	0,21	0,47
<i>Середнє значення врожайності</i>	4,09	–	5,12	–	4,99	–	4,37	–
Пізній строк сівби (14-16⁰С)								
Сонцедар	0,39	1,73	-0,24	-0,99	-0,10	-0,42	-0,28	-1,20
Прайм	-0,53	-2,31	0,01	0,04	-0,69	-2,89	-0,73	-3,13
Бургго	-0,35	-1,52	-0,03	-0,12	-0,45	-1,88	-0,05	-0,21
Спринт W	-0,85	-3,72	-1,03	-4,26	-1,14	-4,77	-0,88	-3,78
Даш Е	1,01	4,45	1,10	4,55	1,57	6,57	1,63	7,00
Таргга	0,31	1,38	0,19	0,79	0,81	3,39	0,31	1,33
<i>Середнє значення врожайності</i>	2,28	–	2,42	–	2,39	–	2,33	–

За результатами наших даними досліджень, встановлено, що найбільший вклад в реалізацію врожайності у середньому за роки досліджень (2013-2015 рр.) вніс фактор – строк сівби (67,41%), суттєві результати показали і фактори – гібридний склад сорго зернового (17,21%), густота стояння рослин (4,33%) і взаємодія цих факторів (3,18%) (табл. 4.7, рис. 4.6). Аналіз експериментальних даних, у контрастні за погодними умовами окремих років досліджень, були виявлені діаметрально протилежний вплив на формування врожайності гібридів сорго зернового досліджуваних факторів. Так, в несприятливий за погодними умовами 2013 рік ключовим фактором реалізації врожайності став гібридний склад – 55,81%, строк сівби – 23,72% і густота стояння рослин лише 0,03%. У помірний 2014 рік внесок гібридного складу – 30,45%, густота стояння рослин – 19,82% і строк сівби – 16,24%, а у сприятливий за погодними умовами 2015 р.,- відповідно 15,85%, 3,79% і 67,77%.

Таблиця 4.7

Результати дисперсійного аналізу впливу досліджуваних факторів та їх взаємодії на врожайність гібридів в середньому за 2013-2015 рр.

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t	НІР ₀₅	% внеску у факторну суму квадр.	% внеску у загальну суму квадр
				факт.	теор.				
Загальна, Су	35928,33	191	–	–	–	–	–	–	–
Факторна, Сх	35332,05	47	–	–	–	–	–	–	–
Фактор А, строк сівби	23817,92	1	23817,915	6076,95	3,9	–	1,47	67,41%	66,29%
Фактор В, густота стояння посіву	1528,31	3	509,436	129,98	2,66	–	1,58	4,33%	4,25%
Фактор С, гібрид	6079,80	5	1215,960	310,24	2,27	–	1,74	17,21%	16,92%
Взаємодія АВ	546,05	3	182,016	46,44	2,66	–	1,74	1,55%	1,52%
Взаємодія АС	485,16	5	97,031	24,76	2,27	–	1,94	1,37%	1,35%
Взаємодія ВС	1751,61	15	116,774	29,79	1,73	–	2,24	4,96%	4,88%
Взаємодія АВС	1123,22	15	74,881	19,11	1,73	–	2,74	3,18%	3,13%
Повторень, Ср	43,65	3	–	–	–	–	–	–	0,12%
Залишок, Cz	552,63	141	3,919	–	–	1,960	–	–	1,54%

За роки проведення досліджень, що характеризувалися контрастними агрокліматичними умовами (несприятливий 2013 р., помірний 2014 р., і сприятливий – 2015р.), з урахуванням двох строків сівби, найбільший вклад у реалізацію врожайності в середньому за роки проведених досліджень вніс фактор – роки досліджень (32,39%), на друге місце став фактор гібридного складу (28,12%), фактор густоти стояння рослин (11,46%) і взаємодія цих факторів (4,88%) (табл. 4.8 і рис. 4.7).

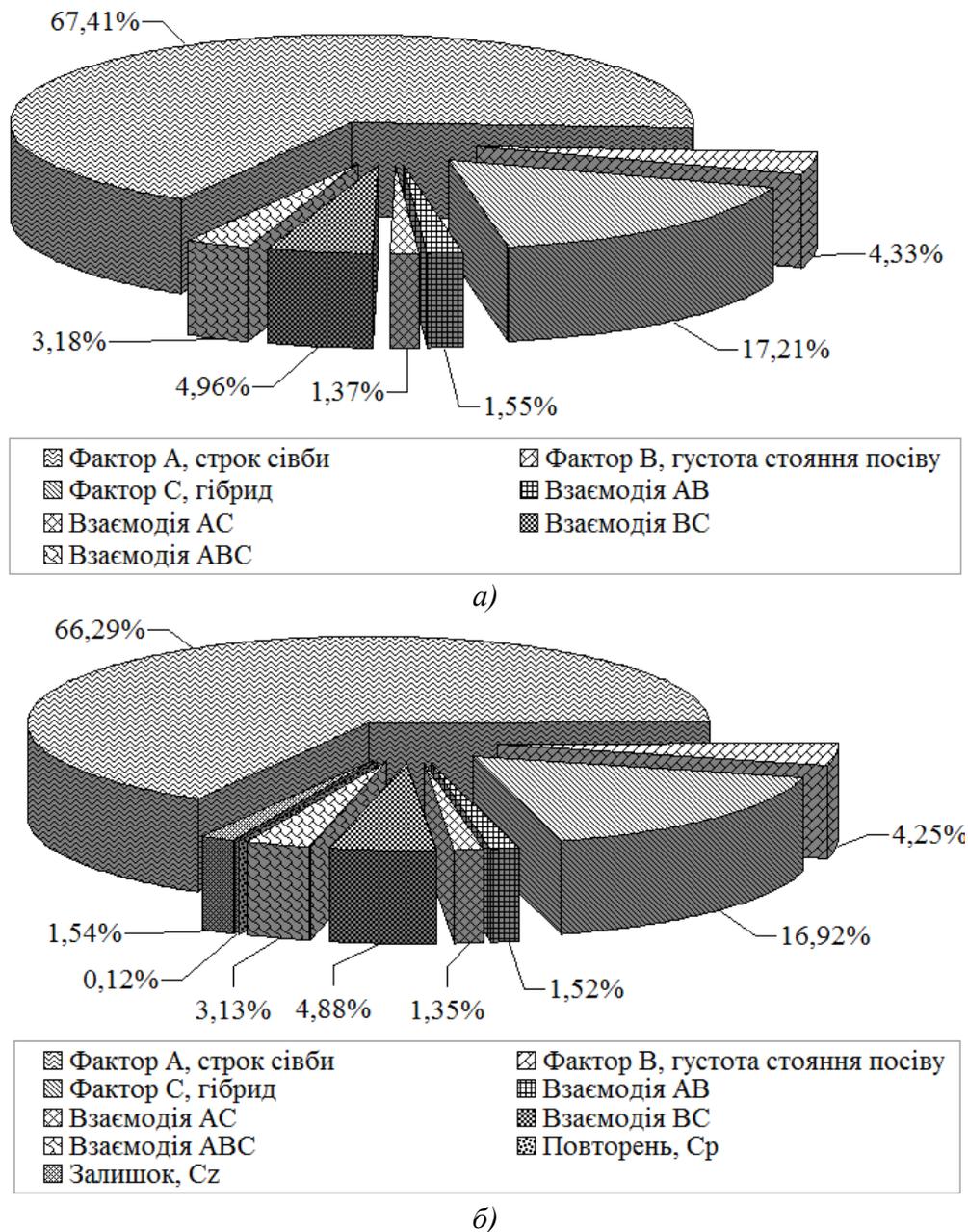


Рис. 4.7 Вплив досліджуваних факторів та їх взаємодія на врожайність гібридів сорго зернового за результатами дисперсійного аналізу (2013-2015 роки): а) факторна сума; б) загальна сума

В результаті дисперсійного аналізу було встановлено, що кліматичні умови мають значний вплив на формування врожаю при ранньому строку сівби, де фактор року (погодні умови) мав внесок 59,88%, фактор гібридного складу – 13,75%, густота стояння рослин – 3,27% і взаємодія цих факторів – 7,36%, а при пізньому строку сівби, відповідно 42,90%, 30,43%, 0,17% і 8,03%.

В результаті моделювання була створена множинна регресійна модель формування врожайності гібридів сорго зернового в залежності від 4-х факторів:

$$f(y) = 0,910x_1 + 0,017x_2 + 11,463x_3 - 2,105x_4 - 48,820; r = 0,86, r^2 = 0,74 \quad (5.3)$$

де, x_1 – код гібриду: 1 – Сонцедар; 2 – Прайм; 3 – Бургго; 4 – Спринт W; 5 – Даш Е; 6 – Таргга; x_2 – код густоти стояння рослин (від 100 до 220 тис. шт./га 7-10); x_3 – код року (погодні умови): 11 – 2013 рік, 12 – 2014 рік, 13 – 2015 рік; x_4 – код строку сівби: 22 – ранній 8-10°C, 33 – пізній 14-16°C.

Таблиця 4.8

Результати дисперсійного аналізу впливу досліджуваних факторів та їх взаємодія на врожайність гібридів сорго зернового при двох строках сівби (2013-2015 рр.)

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t	НІР ₀₅	% -ий внесок у факторну суму квадр.	% -ий внесок у загальну суму квадр
				факт.	теор.				
Загальна, Су	40061,61	287	–	–	–	–	–	–	–
Факторна, Сх	39528,55	71	–	–	–	–	–	–	–
Фактор А, рік	12805,10	2	6402,550	2724,59	3,01	–	1,14	32,39%	31,96%
Фактор В, густота стояння посіву	4530,66	3	1510,219	642,67	2,65	–	1,18	11,46%	11,31%
Фактор С, гібрид	11114,53	5	2222,907	945,95	2,26	–	1,28	28,12%	27,74%
Взаємодія АВ	905,71	6	150,952	64,24	2,14	–	1,34	2,29%	2,26%
Взаємодія АС	6135,69	10	613,569	261,10	1,88	–	1,50	15,52%	15,32%
Взаємодія ВС	2106,38	15	140,426	59,76	1,72	–	1,61	5,33%	5,26%
Взаємодія АВС	1930,47	30	64,349	27,38	1,62	–	2,12	4,88%	4,82%
Повторень, Ср	32,54	3	–	–	–	–	–	–	0,08%
Залишок, Cz	500,53	213	2,350	–	–	1,960	–	–	1,25%

Рівняння нормованої множинної регресії має вид:

$$f(\tilde{y}) = 0,0796\tilde{x}_1 + 0,038\tilde{x}_2 + 0,451\tilde{x}_3 - 0,576\tilde{x}_4 \quad (5.4)$$

$$\partial e, \frac{y - \bar{y}}{\sigma_y} = k_1 \frac{\sigma_{x_1}}{\sigma_y} \frac{x_1 - \bar{x}_1}{\sigma_{x_1}} + k_2 \frac{\sigma_{x_2}}{\sigma_y} \frac{x_2 - \bar{x}_2}{\sigma_{x_2}} \text{ або } \tilde{y} = \beta_1 \tilde{x}_1 + \beta_2 \tilde{x}_2; \quad (5.5)$$

коєфіцієнт β_1 і β_2 називають β -коєфіцієнтами значущі або шляховими коєфіцієнтами. Вони на відміну від коєфіцієнтів регресії не залежать від одиниць виміру і характеризують на скільки стандартне відхилення σ_y зміниться у середньому результуюча ознака при зміні відповідного фактора впливу на σ_x .

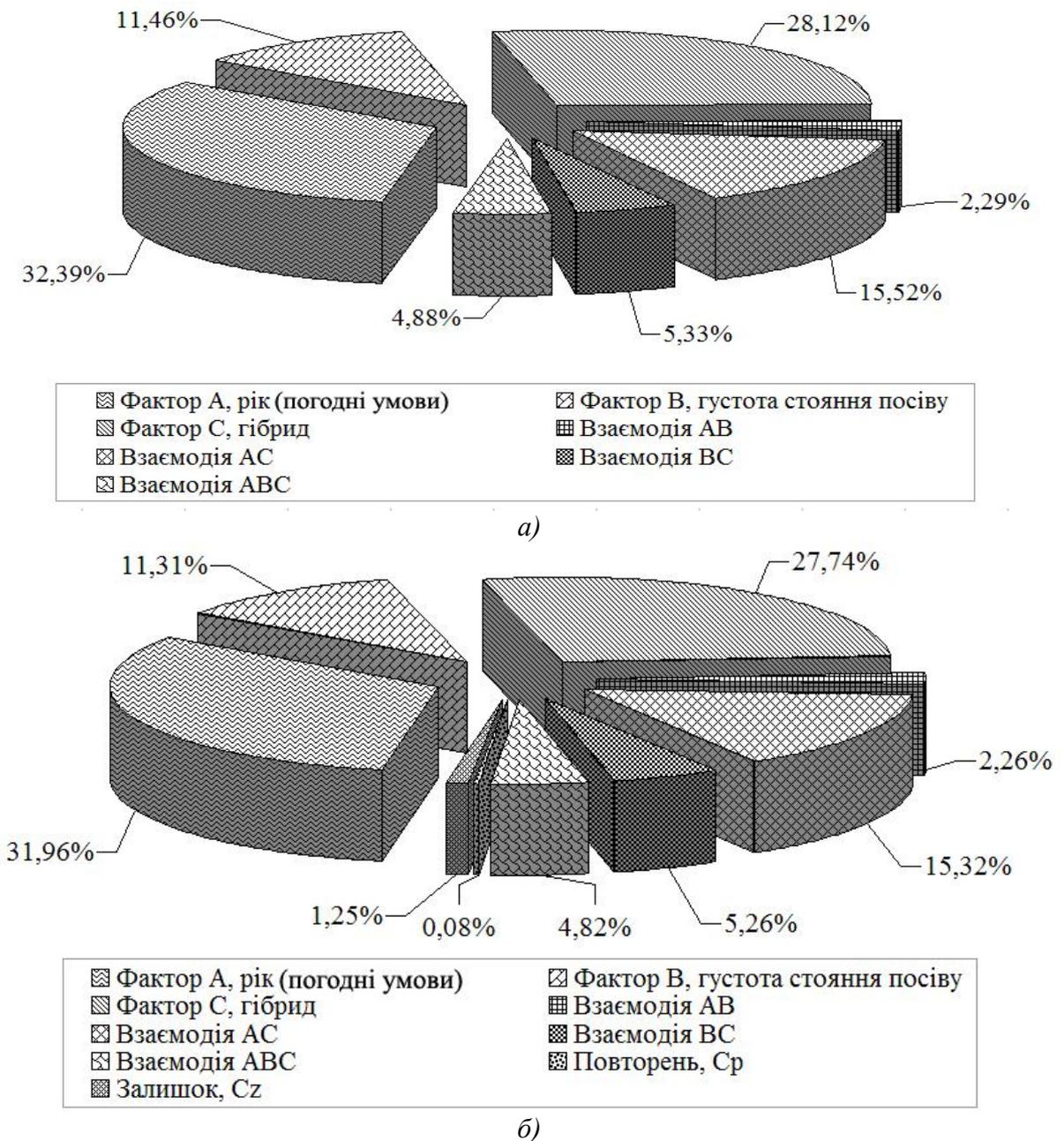


Рис. 4.8 Дія та взаємодія факторів на врожайність гібридів сорго зернового за результатами дисперсійного аналізу (2013-2015 роки):

а) факторна сума; б) загальна сума

В результаті регресійного аналізу встановлено, що варіація значення стандартного відхилення врожайності в більшій мірі залежить від кліматичних умов року і строку сівби, а в меншій мірі від гібридного складу і густоти стояння рослин у посіві (рис. 4.8).

Для оцінки і уточнення ранжування факторів впливу (гібрид, густина стояння рослин, строк сівби, роки – погодні умови) на урожайність гібридів сорго зернового нами використаний новий підхід із застосуванням методу штучних нейронних мереж (ШНМ), який дає можливість із високою ймовірністю здійснювати ситуаційне прогнозування динаміки урожаю в залежності від факторів досліду.

Відзначено, що побудовані штучні нейронні мережі (ШНМ) дозволяють успішно вирішувати завдання, з якими не можуть впоратися традиційні методи, тому що ШНМ не мають істотних обмежень за характером вхідної інформації.

Важливою особливістю нейромережевого моделювання є також те, що воно може базуватися лише на вихідних даних, без залучення апріорних міркувань і інформації. ШНМ знайшли широке застосування при побудові прогнозних моделей поведінки складних динамічних систем, що містять великі масиви спостережень і мають значну варіаційну складову, яка обумовлена різними вхідними параметрами навколишнього середовища.

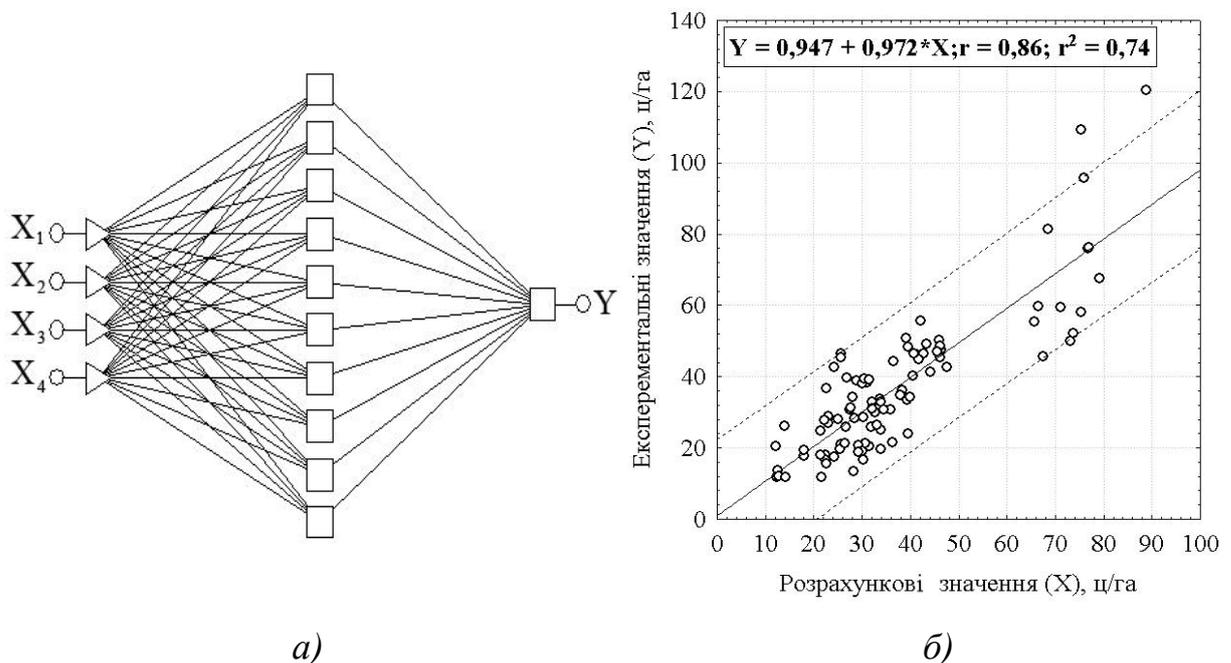
Основними перевагами ШНМ, на наш погляд, є: незалежність методів їх синтезу від розмірності простору ознак; висока допустимість для дослідження нестационарних процесів і низький коефіцієнт помилок; паралельна обробка інформації одночасно всіма нейронами, що робить можливим апаратний аналіз складних сигналів в реальному часі; апроксимація будь-якої неперервної функції; самоорганізація і відмовостійкість структури НМ; коригування синоптичних ваг при надходженні нової інформації і т.ін.

До недоліків і обмежень ШНМ, як на нас, можна віднести: відсутність чітких алгоритмів вибору функції активації і механізмів, що

регулюють роботу мережі в цілому; велика кількість ваг і порогових рівнів НМ знижує швидкість обробки вхідних даних, що також може привести до «паралічу» мережі при навчанні; складність навчання, формування і апроксимації НМ. Нейромодельовання є підтвердженням наявності нелінійних закономірностей формування урожайності гібридів сорго зернового і результатів дисперсійного аналізу та регресійного моделювання.

В результаті моделювання нами створена регресійна ШНМ (рис. 4.9): трьохшаровий перцептрон (4-10-1) з десятьма нейронами в прихованому шарі; продуктивністю навчання – 0,86, контрольна – 0,93, тестова – 0,91; похибка навчання – 0,12, контрольна – 0,09, тестова – 0,10.

Алгоритм навчання – зворотній розподіл похибки (37 епох). Множинна кореляція з урахування нелінійних закономірностей впливу факторів на урожай гібридів сорго зернового склала 0,86.



де, X_1 – гібриди сорго зернового; X_2 – густина стояння посіву, тис. шт./га; X_3 – строк сівби; X_4 – погодні умови років досліджень; Y – урожайність, т/га

Рис. 4.9 Характеристика регресійної штучної нейронної мережі прогнозування урожаю гібридів сорго зернового: а) архітектура нейромережі; б) рівень апроксимації нейронної моделі

Функція відгуку регресійної нейромережі має вигляд:

$$S_n = \sum_{n=1}^4 w_n^{(1)}(t)x_n^{(t)}; S_m = \sum_{m=1}^{10} w_m^{(2)}(t)f(S_n); y(t) = f(S_m) \quad (5.6)$$

Відгук регресійної нейромережі визначається за формулою:

$$y(t) = f\left(\sum_{m=1}^{10} w_m^{(2)}(t)f\left(\sum_{n=1}^4 w_n^{(1)}(t)x_n^{(t)}\right)\right), \quad (5.7)$$

де t – дискретне значення часового ряду; w – матриця вагових коефіцієнтів;

$x_n^{(t)}$ – n -а координата вхідного вектора в певний момент часу t ;

$f(S_n; S_m): f(S_n) = \frac{e^S - e^{-S}}{e^S + e^{-S}}$ – передаточна функція гіперболічного тангенсу

прихованого шару, $f(S_m) = \sin(S)$ – синус функція вихідного шару нейронної мережі.

В результаті оцінки чутливості нейромережі здійснено ранжування факторів на вплив динаміки урожаю гібридів сорго зернового: на першому місці – строк сівби, коефіцієнт впливу становить 4,94; на другому роки досліджень (погодні умови) – 3,15; на третьому гібрид – 1,38; на четвертому густота стояння рослин – 1,22.

Дослідженнями встановлено, що строки сівби та густота стояння рослин по різному впливають на формування врожайності гібридного складу сорго зернового. За 2013-2015 роки досліджень визначено, що отримання найбільш оптимальних урожаїв сорго зернового спостерігається при ранньому строку сівби і густоті стояння рослин в посіві 140 тис. шт./га., в середньому становить 5,12 т/га (від 2,93 т/га до 6,54 т/га), при цій же нормі висіву в пізній строк сівби середня урожайність склала 2,52 т/га (від 1,39 т/га до 3,52 т/га).

Найбільш адаптивні можливості до кліматичних умов південного Степу України в період досліджень мав гібрид Даш Е, його середня врожайність за роки досліджень склала $4,69 \pm 0,52$ т/га. Визначено, що при різних умовах формування гібрид Даш Е має додатній баланс отримання

стабільної врожайності в межах 11,2 – 70% від середнього значення врожаю гібридного складу по густоті стояння рослин за різних строків сівби.

З'ясовано, що найбільший вклад в реалізацію врожайності у середньому за роки досліджень (2013-2015 рр.) забезпечив фактор – строк сівби (67,41%), суттєві результати показали і фактори – гібридний склад сорго зернового (17,21%), густота стояння рослин (4,33%) і взаємодія цих факторів (3,18%).

Дослідження показали, що кліматичні умови мають значний вплив на формування врожаю при ранньому строку сівби, де фактор року (кліматичні умови) мав внесок 59,88%, фактор гібридного складу – 13,75%, густота стояння рослин – 3,27% і взаємодія цих факторів – 7,36%, а при пізньому строку сівби, відповідно 42,90%, 30,43%, 0,17% і 8,03%. При ранньому строку сівби у 2013 році середня урожайність гібридів сорго зернового складала $3,18 \pm 0,89$ т/га, в 2014 році було отримано в 1,3 рази більше – $4,18 \pm 0,98$ т/га, у 2015 році отримано в середньому $7,05 \pm 1,83$ т/га, що в 2,2 і 1,7 рази більше за 2013 р. і 2014 р. відповідно. При пізньому строку сівби найбільш сприятливі кліматичні умови склалися в 2014 році, середнє значення урожайності – $3,37 \pm 0,91$ т/га.

За результатами досліджень (2013-2015 рр.) нами створена множинна регресійна модель формування врожайності гібридів сорго зернового в залежності від 4-х факторів ($r^2=0,74$), в результаті чого встановлено, що варіація значення стандартного відхилення врожайності в більшій мірі залежить від погодніх умов року і строку сівби, а в меншій мірі від гібридного складу і густоти стояння рослин.

Висновки до розділу 4

1. Результати проведених досліджень дозволяють зробити висновок, що максимальний вплив на формування зернової продуктивності сорго в досліді мав фактор строку сівби. За всіма варіантами гібридів культури і густоти стояння рослин в агроценозі врожайність зерна сорго, отримана за раннього строку сівби, була вищою, ніж за пізнього строку, в середньому, на 2,29 т/га або 49,3%, що свідчить про беззаперечну перевагу висівання культури в ранні строки за рахунок створення більш оптимальних умов для росту і розвитку рослин, в першу чергу – за рахунок покращення вологозабезпечення агрофітоценозу.

2. Максимальним рівнем зернової продуктивності за раннього строку сівби характеризувався гібрид Даш Е: на варіанті із загущенням 180 тис. шт./га в середньому за роки проведення досліджень нами було отримано 5,68 т/га зерна, що, як і його середня врожайність за фактором В на рівні 5,68 т/га, є найвищим показником з-поміж гібридів, що вивчалися.

3. Рослини гібриду Даш Е продемонстрували максимальний рівень зернової продуктивності і за пізнього строку сівби, підтвердивши не лише високі адаптивні властивості, а й істотний рівень екологічної та продуктивної пластичності. Максимальним рівнем урожайності характеризувалися дослідні ділянки, на яких було сформовано густоту на рівні 180-220 тис. шт./га – 3,96 т/га, а в середньому по фактору загущеності – 3,68 т/га.

4. Стосовно показника пластичності, то лідером в досліді, як і за раннього строку проведення сівби, нами визнаний гібрид Даш Е. Середня врожайність останнього за фактором густоти стояння рослин (3,68 т/га) на 1,38 т/га або 37,5% перевищує аналогічні показники гібриду Сонцедар; 1,81 т/га або 49,2% - гібриду Прайм; 1,54 т/га або 41,9% - гібриду Бургго; 2,30 т/га або 62,5% - гібриду Спринт W і 0,92 т/га або 25,0% - гібриду Таргга.

5. Оптимальною густотою стояння рослин гібриду Даш Е за обома строками сівби є 180 тис. шт./га. В разі, якщо агрокліматичні та виробничі умови дозволяють провести сівбу культури в ранній строк, в якості

альтернативного варіанту слід розглядати і гібрид Сонцедар, оптимальним загущенням якого є 140 тис. шт./га.

6. В середньому за роки проведення досліджень, на ділянках, де в якості стимулятора росту застосовувався 0,01%-розчин бурштинової кислоти, урожайність кондиційного зерна культури склала 5,67 т/га, на варіантах, де обробіток рослин проводився чистою водою – 5,06 т/га, а на контрольних – 4,99 т/га, що дозволяє зробити висновок про істотний позитивний вплив на врожайність зернового сорго застосування росторегулюючого препарату і помітний ефект від освіжаючого впливу води при формуванні генеративної частини врожаю рослин. За всіма варіантами гібридів нами відмічена закономірність, згідно якої застосування 0,01%-розчину бурштинової кислоти підвищувало насінневу продуктивність культури у порівнянні із необробленим контролем: гібриду Сонцедар – на 0,72 т/га або 12,9%; Прайм – на 0,66 т/га або 12,5%; Бургго – на 0,75 т/га або 13,0%; Спринт W – на 0,41 т/га або 11,5%; Даш Е – на 0,82 т/га або 10,9% і на ділянках, де висівався гібрид Таргга прибавка склала 0,74 т/га або 11,7%.

7. Стійкість сорго зернового до вилягання рослин не залежала від генетичних особливостей гібриду і строку проведення сівби, а в певній мірі була зумовлена густотою стояння рослин в агрофітоценозі. Показник стійкості рослин культури до обсіпання насіння не залежав від факторів, що досліджувалися.

8. Із зростанням рівня загущеності посіву від 100 до 180 тис. шт./га за раннього строку посіву всі гібриди характеризувалися високим ступенем стійкості до основних фітопатогенів, характерних для агроценозу зернового сорго. За пізнього строку сівби в сприятливий за вологозабезпеченням 2014 рік окремі вогнищеві спорадичні прояви грибкових захворювань (в першу чергу, летючої сажки зерна) фіксувалися нами, починаючи з густоти стояння рослин 140 тис. шт./га.

9. За базисними якісними показниками врожаю (вміст в зерні пластичних речовин: протеїну та крохмалю) лідерами в досліді визнані

гібриди Прайм і Даш Е (відповідно, 11,3 і 11,1% білку), за вмістом крохмалю – Сонцедар (71,9%).

10. Уперше для моделювання формування врожайності гібридів сорго зернового використаний метод штучних нейронних мереж. Множинна кореляція з урахування нелінійних закономірностей впливу факторів на врожайність гібридів сорго зернового склала 0,86. В результаті оцінки чутливості нейромережі здійснено ранжування факторів на вплив динаміки врожайності гібридів сорго зернового: на першому місці – строк сівби, коефіцієнт впливу становить 4,94; на другому роки досліджень (погодні умови) – 3,15; на третьому гібрид – 1,38; на четвертому густота стояння рослин – 1,22, що є підтвердженням наявності нелінійних закономірностей формування врожайності гібридів сорго зернового і результатів дисперсійного аналізу та регресійного моделювання.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРИ

5.1. Аналіз економічної ефективності вирощування гібридів зернового сорго

В агрономічних дослідженнях важливе значення має встановлення економічної ефективності виробництва рослинницької продукції і виробництво сорго в цьому аспекті не є виключенням. Більшість фахівців схиляються до думки, що при цьому слід брати до уваги декілька груп факторів.

До першої групи належать фактори, які формуються на рівні держави й органів самоврядування, і, відповідно, не залежать від внутрішньогосподарських умов товаровиробників. Основними елементами цієї групи є: цінова, кредитна та податкова системи, підтримка галузі на державному й регіональному рівнях, регулювання відносин між різними економічними структурами, розвиток науки тощо [9, 26, 58].

До другої групи відносяться фактори, які залежать безпосередньо від товаровиробників, та мають дуже важливе значення з точки зору оптимізації агровиробничих систем – формування найоптимальнішої рослинницької структури господарства, розробка й впровадження інноваційних систем ведення сільського господарства, впровадження у виробництво наукових розробок і сучасних засобів господарювання, використання нової сільськогосподарської техніки, підбір конкурентоздатних культур, високоврожайних, адаптованих до екологічних і господарських умов вирощування сортів і гібридів, застосування диференційованої обробки ґрунту, встановлення оптимальних норм висіву та густоти стояння рослин, підвищення окупності від внесення мінеральних добрив, удосконалення прийомів інтегрованого захисту рослин тощо [77, 93].

Основою аналітичних досліджень з визначення загальної економічної ефективності технології вирощування гібридів сорго зернового та окремих її складових слугували технолого-економічні карти вирощування товарного зерна сорго, що були розроблені згідно існуючих методик [146, 207]. Операційно-технологічні карти, що містять перелік необхідних технологічних операцій з виробництва товарного зерна сорго і формують структуру його собівартості і решту принципів показників економічної ефективності, наведені в додатках Т1 і Т2.

До складу прямих витрат на вирощування сорго зернового ввійшли наступні статті: оренда земельних паїв, оплата праці, вартість паливно-мастильних матеріалів, насінневого матеріалу, добрив, пестицидів, амортизація, поточний ремонт, інші прямі витрати, фіксований податок та нарахування. В залежності від гібриду культури, технології вирощування, середньої багаторічної врожайності були розраховані загальні виробничі витрати, вартість валового збору з 1 га, прибуток та рівень рентабельності виробництва.

З метою максимально об'єктивного оцінювання елементів зональної технології вирощування зерна гібридів сорго нами були розраховані показники економічної ефективності різних агроприймів, що досліджувалися. Економічному аналізу в першу чергу піддавалися фактори, що характеризувалися диференційованим характером матеріально-фінансового (вартісного) чинника, тобто їх змінювання призводило до збільшення (зменшення) показника загальних витрат на одиницю посівної площі і, як наслідок, одиницю отриманої продукції. Нижче нами наведені основні підсумкові показники економічної ефективності вирощування гібридів культури в залежності від густоти стояння рослин в посіві. Зважаючи на незмінний характер суми прямих виробничих витрат на вирощування культури, в першу чергу їх значення було зумовлене рівнем зернової продуктивності за варіантами дослідів і проілюстроване нами за різними строками проведення сівби зернового сорго. Для всебічної і

об'єктивної оцінки економічної ефективності основних економічних показників виробництва зерна сорго (вартість валової продукції реалізаційної ціни 1 т зерна сорго на зернових біржах на рівні 3250 грн/т), нами було проведено аналіз виробничих витрат, собівартість 1 т зерна сорго, чистий прибуток і рівень рентабельності (табл. 5.1 і 5.2).

Таблиця 5.1

**Економічна ефективність технології вирощування гібридів сорго
зернового за раннього строку сівби (фактор С) (середнє за 2013-2015 рр.)**

Гібрид (фактор А)	Густина стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, грн./га	Витрати разом з накладними, грн./га	Собівартість 1 т, грн.	Прибуток, грн./га	Рентабельність (збитковість), %
Сонцедар	100	5,64	18330	8703,0	1543,1	9627,0	110,6
	140	6,54	21255	8691,9	1329,0	12563,1	144,5
	180	4,88	15860	8712,4	1785,3	7147,6	82,0
	220	4,79	15568	8713,5	1819,1	6854,0	78,7
Прайм	100	3,20	10400	8733,0	2729,1	1667,0	19,1
	140	4,54	14755	8714,2	1919,4	6040,8	69,3
	180	4,62	15015	8715,6	1886,5	6299,4	72,3
	220	3,83	12448	8725,4	2278,2	3722,1	42,7
Бургго	100	4,38	14235	8718,6	1990,6	5516,4	63,3
	140	5,50	17875	8704,8	1582,7	9170,2	105,3
	180	5,00	16250	8710,9	1742,2	7539,1	86,5
	220	4,29	13943	8719,7	2032,6	5222,8	59,9
Спринт W	100	2,96	9620	8736,2	2951,4	883,8	10,1
	140	2,93	9523	8736,5	2981,8	786,0	9,0
	180	3,16	10270	8733,7	2763,8	1536,3	17,6
	220	3,49	11343	8729,6	2501,3	2612,9	29,9
Даш Е	100	4,55	14788	8716,5	1915,7	6071,0	69,6
	140	6,23	20248	8695,7	1395,8	11551,8	132,8
	180	6,69	21743	8777,9	1341,9	12964,6	147,7
	220	5,26	17095	8707,7	1655,5	8387,3	96,3
Таргга	100	3,83	12448	8725,4	2278,2	3722,1	42,7
	140	4,98	16185	8711,2	1749,2	7473,8	85,8
	180	5,60	18200	8703,5	1554,2	9496,5	109,1
	220	4,58	14885	8716,1	1903,1	6168,9	70,8

Проведений аналіз економічної ефективності вирощування гібридів сорго свідчить про істотний вплив гібридного складу на вартість валової продукції, зумовлений збільшенням вартості валової продукції за рахунок зростання рівня врожайності товарного зерна сорго.

Найбільшою вартістю одержаної продукції на рівні 21743 грн/га була у варіанті з гібридом Даш Е, що характеризувався максимальною врожайністю кондиційного зерна за варіантами досліду за густоти стояння рослин 180 тис. шт./га рослин на 1 га. Найменшим (9523 грн/га) даний показник був при вирощуванні гібриду Спринт W за густоти стояння рослин 140 тис. шт./га.

Виробничі витрати несуттєво відрізнялися залежно від досліджуваних факторів і варіантів з коливанням в межах від 8,6 до 8,7 тис. грн/га, що пояснюється незначною різницею суми виробничих витрат за варіантами досліду, зумовленою лише додатковою вартістю посівної норми в залежності від диференційованого характеру фактору густоти стояння рослин і додаткових витрат на збирання і транспортування додаткового врожаю, отриманого за рахунок збільшення врожайності за варіантами досліду – нами відмічена незначна тенденція зростання цього показника при збільшенні врожайності зерна гібридів сорго.

Собівартість 1 т зерна сорго коливалася в значних межах, що обумовлено істотними коливаннями врожайності гібридів сорго та, навпаки, стабільністю виробничих витрат за різними варіантами. Середнє значення вартості виробництва 1 т зерна гібриду сорго зернового Сонцедар склало в середньому за фактором густоти стояння рослин 1619,1 грн., Прайм – 2203,3 грн., Бургго – 1837,0 грн., Спринт W – 2799,6 грн., Даш Е – 1577,3 грн. (мінімальне значення серед варіантів гібриду культури) і Таргга – 1871,2 грн.

Відповідно, значення показника умовного чистого прибутку – 12964,6 грн/га та рівень рентабельності – 147,7% були максимальними в досліді при вирощуванні гібриду Даш Е з густотою стояння 180 тис. шт./га (в середньому за фактором густоти стояння рослин ці показники склали

відповідно 9743,7 грн/га і 111,6%, що також було максимальним в досліді серед варіантів гібридів, що досліджувалися). Найгіршими показниками економічної ефективності характеризувався процес виробництва зерна сорго зернового гібриду Спринт W: чистий прибуток зменшився до середнього показника за фактором загущеності посіву до 1454,8 грн/га за рівня рентабельності процесу виробництва лише 16,7%.

Порівняльний аналіз економічної ефективності вирощування культури за пізнього строку сівби свідчить про істотне погіршення основних її показників за всіма варіантами гібридів, що пояснюється нами, в першу чергу, істотним зниженням рівня зернової продуктивності культури на фоні несуттєвого зменшення виробничих витрат.

Вартість валової продукції була найбільшою (12870 грн/га) у варіанті з вирощуванням гібриду Даш Е, який висівали з густотою стояння рослин 180-220 тис. шт./га. Виробничі витрати неістотно змінювались під впливом досліджуваних факторів, а максимальна собівартість 1 т зерна сорго з перевищенням 5,0 тис. грн порівняно із попереднім варіантом була за вирощування гібриду Спринт W, висіяного із густотою стояння 180-220 тис. шт./га.

Максимальне значення показника чистого прибутку на рівні 5074,7 грн/га було відмічене нами у варіанті з вирощуванням гібриду Даш Е за умови загущення посіву до максимальної густоти стояння 180-220 тис. шт./га. Мінімальну кількість грошових коштів додатково отримано у варіанті гібриду Спринт W з густотою стояння 140 тис. шт./га – один гектар посіву забезпечив прибуткове надходження лише 786,0 грн. Рівень рентабельності змінювався паритетно коливанню чистого прибутку і найбільшого рівня – 65,1% також досяг у варіанті з гібридом вирощуванням Даш Е. Слід зауважити, що внаслідок падіння врожайності за пізнього строку сівби на гібридах сорго зернового Сонцедар, Прайм, Бургго та Спринт W за окремими варіантами густоти стояння рослин одержали збитки до 3,3 тис. грн/га та від'ємні показники рентабельності (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

**Економічна ефективність технології вирощування гібридів сорго
зернового за пізнього строку сівби (фактор С) (середнє за 2013-2015 рр.)**

Гібрид (фактор А)	Густина стояння рослин, тис./га (фактор В)	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, грн./га	Витрати разом з накладними, грн./га	Собівартість 1 т, грн.	Прибуток (збиток), грн./га	Рентабельність (збитковість), %
Сонцедар	100	2,67	8678	7388,1	2767,1	1289,4	17,5
	140	2,18	7085	7404,0	3396,3	-319,0	-4,3
	180	2,29	7443	7400,4	3231,6	42,1	0,6
	220	2,05	6663	7408,2	3613,7	-745,7	-10,1
Прайм	100	1,75	5688	7417,9	4238,8	-1730,4	-23,3
	140	2,43	7898	7395,9	3043,6	501,6	6,8
	180	1,70	5525	7419,5	4364,4	-1894,5	-25,5
	220	1,60	5200	7422,7	4639,2	-2222,7	-29,9
Бургго	100	1,93	6273	7412,0	3840,4	-1139,5	-15,4
	140	2,39	7768	7397,2	3095,0	370,3	5,0
	180	1,94	6305	7411,7	3820,5	-1106,7	-14,9
	220	2,28	7410	7400,7	3245,9	9,3	0,1
Спринт W	100	1,43	4648	7428,2	5194,6	-2780,7	-37,4
	140	3,52	11440	7360,6	2091,1	4079,4	55,4
	180	1,25	4063	7434,1	5947,2	-3371,6	-45,4
	220	1,45	4713	7427,6	5122,5	-2715,1	-36,6
Даш Е	100	3,29	10693	7368,0	2239,5	3324,5	45,1
	140	2,61	8483	7390,0	2831,4	1092,5	14,8
	180	3,96	12870	7795,3	1968,5	5074,7	65,1
	220	3,96	12870	7795,3	1968,5	5074,7	65,1
Таргга	100	2,59	8418	7390,7	2853,5	1026,8	13,9
	140	2,60	8450	7390,4	2842,4	1059,6	14,3
	180	3,20	10400	7371,0	2303,4	3029,0	41,1
	220	2,64	8580	7389,1	2798,9	1190,9	16,1

Таким чином за комплексом показників економічної ефективності пізній строк сівби зернового сорго значно поступався ранньому в перерізі всіх варіантів гібридів і густоти стояння рослин в агроценозі.

5.2. Біоенергетична ефективність виробництва зерна культури

Завдання підвищення ефективності використання машинно-тракторного парку господарства, паливно-мастильних матеріалів, електричної енергії, добрив, засобів хімічного захисту рослин і інших засобів виробництва викликає необхідність ретельного виміру енергії, що накопичується у врожаї сільськогосподарських культур, загальних (сукупних) витрат енергії, вкладених у виробництво продукції рослинництва, та проведення біоенергетичної оцінки технологій виробництва рослинницької продукції [22, 205].

Енергетична оцінка має на увазі визначення співвідношення кількості енергії, акумульованої у врожаї сільськогосподарських культур у процесі фотосинтезу, до сукупних витрат енергії, вкладених у виробництво продукції рослинництва.

Актуальність подібної оцінки впливає також з вимог сучасного землеробства та рослинництва економить енергію на одиницю одержуваної сільськогосподарської продукції [42, 137].

Важливе значення має енергетична оцінка варіантів досліду, оскільки вона забезпечує отримання інформації стосовно витрат та прибутків енергії, а енергетичні показники меншою мірою змінюється порівняно з економічними параметрами агротехнологій (наприклад, реалізаційна ціна 1 т зерна сорго, вартість на придбання насіннєвого матеріалу, вартість пального, мінеральних добрив, пестицидів, технічних засобів тощо) [4, 136, 196].

Також енергетичний аналіз дозволяє встановити можливість ресурсозбереження та рекомендувати виробництву енергоощадні технології виробництва сільськогосподарських культур.

З метою більш повного і незалежного від низки об'єктивних і суб'єктивних факторів ринкового середовища оцінювання запропонованих технологій вирощування зерна сорго різних гібридів, нами була проведений біоенергетичний аналіз елементів адаптивної технології вирощування

культури, що характеризувалися найвищими показниками економічної ефективності згідно сучасних вимог [22, 23, 136, 137, 205].

Комплексна енергетична оцінка результатів досліджень, проведена нами за варіантами досліду, базувалася на розрахунку балансу сукупної енергії з використанням енергетичних еквівалентів сукупної енергії, а саме еквівалентів на основні та оборотні засоби виробництва і на трудові ресурси [137, 205].

Проведеним нами енергетичним аналізом доведено, що у досліді з раннім строком сівби прихід сукупної енергії змінювався пропорційно величин урожайності зерна і був найбільшим при вирощуванні гібриду Даш Е за густоти стояння рослин 140-180 тис./га, де він коливався в межах від 94,3 до 101,3 ГДж/га. Найменший рівень досліджуваного показника (44,3-44,8 ГДж/га) був у варіантах з гібридом Спринт W та густотою стояння рослин 100-140 тис./га.

Середні значення показника приходу сукупної валової енергії з 1 га посіву сорго за гібридами культури склали: Сонцедар – 82,7 ГДж, Прайм – 61,3 ГДж, Бургго – 72,8 ГДж, Спринт W – 47,5 ГДж, Даш Е – 86,0 ГДж і Таргга – 58,8 ГДж.

Витрати сукупної енергії за окремими варіантами досліду коливались несуттєво і склали на рівні 31,8-34,9 ГДж/га, що пов'язано з особливістю схеми досліду та несуттєвими змінами витрат енергії при підвищенні густоти стояння рослин сорго, в першу чергу – за рахунок збільшення енергоемності процесу сівби, а також збирання і транспортування продукції.

Приріст валової енергії, як і її надходження з одиниці посівної площі, коливався в широкому діапазоні – від 12,5-13,0 до 64,2-66,3 ГДж/га, тобто змінювався в 4,9-5,3 рази в залежності від гібриду і густоти стояння рослин в посіві. В середньому за варіантом загущеності посіву, значення приросту валової енергії за окремими гібридами зернового сорго мало наступний вигляд: Сонцедар – 48,8 ГДж, Прайм – 28,5 ГДж, Бургго – 39,2 ГДж, Спринт W – 15,5 ГДж, Даш Е – 51,9 ГДж і Таргга – 38,6 ГДж (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

**Енергетична ефективність технології вирощування гібридів сорго
зернового за раннього строку сівби (фактор С) (середнє за 2013-2015 рр.)**

Гібрид (фактор А)	Густина стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Урожайність, т/га	Прихід енергії, ГДж/га	Витрати енергії, ГДж/га	Приріст енергії, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності	Енергоємність, ГДж/т
Сонцедар	100	5,64	85,4	34,1	51,3	2,51	6,04
	140	6,54	99,0	34,8	64,2	2,84	5,32
	180	4,88	73,9	33,4	40,4	2,21	6,85
	220	4,79	72,5	33,4	39,2	2,17	6,96
Прайм	100	3,20	48,4	32,0	16,4	1,51	10,01
	140	4,54	68,7	33,2	35,6	2,07	7,30
	180	4,62	69,9	33,2	36,7	2,11	7,19
	220	3,83	58,0	32,6	25,4	1,78	8,50
Бургго	100	4,38	66,3	33,0	33,3	2,01	7,54
	140	5,50	83,3	34,0	49,3	2,45	6,17
	180	5,00	75,7	33,5	42,2	2,26	6,71
	220	4,29	65,0	32,9	32,0	1,97	7,68
Спринт W	100	2,96	44,8	31,8	13,0	1,41	10,76
	140	2,93	44,4	31,8	12,5	1,39	10,86
	180	3,16	47,8	32,0	15,8	1,49	10,13
	220	3,49	52,8	32,3	20,6	1,64	9,25
Даш Е	100	4,55	68,9	33,2	35,7	2,08	7,29
	140	6,23	94,3	34,6	59,8	2,73	5,55
	180	6,69	101,3	34,9	66,3	2,90	5,22
	220	5,26	79,6	33,8	45,9	2,36	6,42
Таргга	100	3,83	58,0	32,6	25,4	1,78	8,50
	140	4,98	75,4	33,5	41,9	2,25	6,73
	180	5,60	84,8	34,0	50,7	2,49	6,08
	220	4,58	69,3	33,2	36,2	2,09	7,25

Максимальне значення підсумкового показника, за яким проводилася оцінка енергетичної ефективності варіантів досліду, а саме коефіцієнту енергетичної ефективності – 2,90 було відмічене нами за варіантом

вирощування гібриду зернового сорго Даш Е з густиною стояння рослин 180 тис. шт./га. У варіантах з гібридами Спринт W та Прайм відмічено зменшення даного енергетичного показника до 1,4-1,5 за густоти стояння рослин в межах від 100 до 180 тис. шт./га. Також на цих варіантах відмічено зростання енергоємності продукції понад 10 ГДж/т, що не відповідає вимогам до сучасних ресурсо-енергозберігаючих культур [4, 205].

Середнє значення показника енергетичної ефективності за варіантами гібридів, висіяних у ранній строк, за роки проведення досліджень склало: Сонцедар – 2,43; Прайм – 1,87; Бургго – 2,17; Спринт W – 1,48; Даш Е – 2,53 і Таргга – 2,15. В цілому за дослідом, середнє значення показника K_{ee} склало 2,11.

За пізнього строку сівби в цілому по досліді нами відмічене істотне погіршення всіх показників енергетичної ефективності вирощування гібридів зернового сорго. Середні значення показнику приходу валової енергії з одиниці посівної площі за різними варіантами гібридів культури виглядали наступним чином: Сонцедар – 34,8 ГДж, Прайм – 28,3 ГДж, Бургго – 32,3 ГДж, Спринт W – 24,0 ГДж, Даш Е – 52,3 ГДж і Таргга – 41,8 ГДж.

Середнє значення приходу сукупної енергії за варіантами гібридів сорго за пізнього строку сівби склало 29,3 ГДж/га, що було менше аналогічного показника за сівби культури в ранній строк на 38,9 ГДж/га або 57,0%.

Відповідно, за аналогічних або в більшості випадків близьких значеннях витратної частини енергетичного балансу вирощування культури, диференційований характер мав і показник приросту енергії гектару соргового клину. В середньому за варіантом загущеності посіву, значення приросту валової енергії на 1 га за окремими гібридами зернового сорго мало наступний вигляд: Сонцедар – 3,5 ГДж, Прайм – -2,6 ГДж, Бургго – 1,2 ГДж, Спринт W – 2,0 ГДж, Даш Е – 20,1 ГДж і Таргга – 10,1 ГДж. Середнє значення показника склало 5,7 ГДж/га, що на 31,4 ГДж/га або 84,6% менше у порівнянні із показником, відміченим за раннього строку сівби (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

**Енергетична ефективність технології вирощування гібридів сорго
зернового за пізнього строку сівби (фактор С) (середнє за 2013-2015 рр.)**

Гібрид (фактор А)	Густина стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Урожайність, т/га	Прихід енергії, ГДж/га	Витрати енергії, ГДж/га	Приріст енергії, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності	Енергоємність, ГДж/т
Сонцедар	100	2,67	40,4	31,6	8,8	1,28	11,83
	140	2,18	33,0	31,2	1,8	1,06	14,31
	180	2,29	34,7	31,3	3,4	1,11	13,66
	220	2,05	31,0	31,1	0,0	1,00	15,16
Прайм	100	1,75	26,5	30,8	-4,3	0,86	17,62
	140	2,43	36,8	31,4	5,4	1,17	12,92
	180	1,70	25,7	30,8	-5,0	0,84	18,11
	220	1,60	24,2	30,7	-6,5	0,79	19,19
Бургго	100	1,93	29,2	31,0	-1,8	0,94	16,05
	140	2,39	36,2	31,4	4,8	1,15	13,12
	180	1,94	29,4	31,0	-1,6	0,95	15,97
	220	2,28	34,5	31,3	3,2	1,10	13,71
Спринт W	100	1,43	21,7	30,6	-8,9	0,71	21,37
	140	3,52	53,3	32,3	21,0	1,65	9,18
	180	1,25	18,9	30,4	-11,5	0,62	24,33
	220	1,45	22,0	30,6	-8,6	0,72	21,09
Даш Е	100	3,29	49,8	32,1	17,7	1,55	9,76
	140	2,61	39,5	31,5	8,0	1,25	12,09
	180	3,96	60,0	32,7	27,3	1,84	8,25
	220	3,96	60,0	32,7	27,3	1,84	8,25
Таргга	100	2,59	39,2	31,5	7,7	1,24	12,17
	140	2,60	39,4	31,5	7,8	1,25	12,13
	180	3,20	48,4	32,0	16,4	1,51	10,01
	220	2,64	40,0	31,6	8,4	1,27	11,96

Найбільший коефіцієнт енергетичної ефективності (1,84) був отриманий на гібриді Даш Е, який вирощували з максимальним загущенням, за середнього показника за даним гібридом 1,62. Решта варіантів гібридів

культури характеризувалася наступними середніми значеннями $K_{се}$: Сонцедар – 1,11; Прайм – 0,92; Бургго – 1,03; Спринт W – 0,93 і Таргга – 1,32. Середнє значення показника енергетичної ефективності вирощування зернового сорго за пізнього строку сівби склало 1,16, що на 45,0% менше, ніж за сівби культури в ранній строк.

Найвища енергоємність вирощування 1 т зерна сорго за пізнього строку сівби понад 20 ГДж/т зафіксована у варіанті гібриду Спринт W, висіяного із загущенням рослин до 180-220 тис. шт./га.

Висновки до розділу 5

1. За комплексом показників економічної ефективності (вартість отриманої продукції з одиниці посівної площі, собівартість 1 т зерна культури, умовний чистий прибуток з 1 га, рівень рентабельності виробництва) ранній строк сівби виявився істотно ефективнішим за пізній, що підтверджується середніми значеннями наведених вище елементів економічної оцінки за всіма варіантами гібридів в середньому за роки проведення досліджень.

2. Максимальне значення вартості одержаної продукції як в середньому за раннього строку сівби, так і в цілому в досліді, на рівні 21743 грн/га було відмічене за варіантом гібриду Даш Е, висіяного з густотою стояння рослин 180 тис. рослин на 1 га. На цьому ж варіанті було відмічено найменшу собівартість 1 т зерна сорго – менше 1330 грн/т, умовний чистий прибуток – 12964,6 грн/га та рівень рентабельності – 147,7%, що є абсолютним значенням з-поміж всіх варіантів досліду.

3. Мінімальною економічною ефективністю за проведення сівби в ранній строк характеризувався гібрид Спринт W, вартість валової продукції, собівартість, чистий прибуток якого зумовили формування рівня рентабельності виробництва не більше 9,0%.

4. Перенесення строків сівби гібридних зразків зернового сорго на більш пізній термін призвело до істотного погіршення основних економічних показників за всіма варіантами досліду. Як і за раннього строку сівби, вартість валової продукції (10693 грн/га), максимальний чистий прибуток (5074,7 грн/га) та рівень рентабельності в межах 65,1% були у варіанті з гібридом Даш Е за максимальної густоти стояння 180-220 тис.шт./га. Також доведено, що за пізнього строку сівби з причини отримання незначних рівнів зернової продуктивності і порівняно високих виробничих витратах на вирощування за варіантами гібридів Сонцедар, Прайм, Бургго та Спринт W є можливість отримання від'ємних значень чистого прибутку, тобто мова йде про збитковість процесу виробництва.

5. Ранній строк сівби забезпечив суттєве зростання приходу сукупної енергії при вирощуванні гібридів Даш Е і Сонцедар за густоти стояння рослин 140-180 тис.шт./га. Стабільними виявилися витрати енергії – на рівні 31,8-34,9 ГДж/га, що можна пояснити особливістю схеми досліду та несуттєвими змінами витрат енергії при підвищенні густоти стояння рослин сорго, а приріст енергії коливався значною мірою. Максимальний коефіцієнт енергетичної ефективності (2,9) був у варіанті гібриду Даш Е за густоти стояння рослин 180 тис.шт./га, а у варіантах з гібридами Спринт W та Прайм відмічено зниження його до 1,4-1,5 за густоти стояння рослин в межах від 100 до 180 тис.шт./га.

6. За пізніх строків сівби культури нами простежувалося істотне падіння приходу енергії, що ми пояснюємо зменшенням продуктивності досліджуваних гібридів сорго. Максимальні значення витрат енергії на одиницю посівної площі, і, водночас, її приросту за рахунок збільшення надходження з урожаєм відмічалися нами за варіантами гібридів Даш Е та Таргга. За цими гібридами показник приросту валової енергії на 1 га був позитивним, а на інших гібридах відмічені нульові або від'ємні значення.

7. Максимальне значення коефіцієнту енергетичної ефективності (1,84) було отримане, як і за раннього строку сівби, за вирощування гібриду Даш Е, проте висіяного із густотою 180-220 тис. шт./га, а максимальною енергоємність характеризувалася 1 т зерна гібриду Спринт W, висіяного з аналогічною густотою стояння.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне обґрунтування та результати експериментальних досліджень з визначення оптимальних строків сівби та густоти стояння рослин гібридів сорго зернового Сонцедар, Прайм, Бургго, Спринт W, Даш Е, Таргга і впливу регуляторів росту на ріст і розвиток рослин, урожайність та якість зерна в умовах Південного Степу, що дало можливість сформулювати наступні висновки та рекомендації виробництву:

1. Аналіз стану виробництва зерна сорго в Україні свідчить про значний рівень невикористаного агробіологічного, виробничого, економічного потенціалу культури в умовах загострення кризових явищ у аграрному секторі вітчизняної економіки, а екологічні властивості зернового сорго повною мірою відповідають агрокліматичним умовам зони Південного Степу; в окремі ж роки із жорсткими значеннями ГТК в другу половину вегетаційного періоду сорго зернове в групі ярих пізніх зернових культур розглядається нами майже як безальтернативний варіант розміщення в агрофітоценозах зони вирощування.

2. Тривалість вегетаційного періоду гібридів сорго зернового за різних строків сівби, насамперед залежить від генотипу. Вплив на зазначений показник густоти стояння рослин є неістотним. За пізнього строку сівби (14-16⁰С на глибині загортання насіння) тривалість окремих міжфазних періодів, порівняно із сівбою в ранній термін (8-10⁰С), скорочувалася на 2-3 дні, що пов'язано з підвищенням значень середньодобових температур в другу половину вегетації культури (починаючи з фази цвітіння). Застосування стимулятора росту покращувало термопротекторні властивості рослинного організму і сприяло зменшенню тривалості періоду вегетації гібридів культури на 4-6 днів.

3. Проведення сівби зернового сорго за температури ґрунту 8-10⁰С істотно покращувало значення всіх біометричних показників та елементів габітусу рослин: середні показники висоти рослин, коефіцієнту кущистості, площі асиміляційного апарату, маси надземної та кореневої частин рослини за даного строку сівби істотно перевищували відповідні значення, зафіксовані нами за сівби в пізній строк на 24-61%. Водночас, збільшення густоти стояння рослин в стеблостой із 100 до 220 тис. шт./га суттєво зменшувало значення вказаних вище критеріїв біометричної оцінки за всіма варіантами гібридів і на фоні обох строків проведення сівби. Максимальні значення біометричних показників відмічені у гібриду Даш Е.

4. Коефіцієнт водоспоживання гібридів сорго зернового змінювався залежно від факторів, які вивчалися. В цілому, найбільш оптимальні його значення були зафіксовані за раннього строку сівби (8-10⁰С) на глибині загортання насіння): максимально економним споживанням вологи на формування одиниці генеративної маси характеризувалися гібриди Сонцедар за густоти стояння рослин 140 тис. шт./га (289 м³/т) та Даш Е за густоти стояння рослин 180 тис. шт./га. (291 м³/т).

5. Всі принципові структурно-морфологічні показники гібридів сорго а саме: довжина волоті, її маса, маса зерна в одній волоті, маса 1000 зерен, характеризувалися чіткою тенденцією до зменшення із збільшенням ступеня загушення агроценозу за всіма гібридами зернового сорго. Аналогічно, проведення сівби культури в більш пізній термін істотно погіршувало значення всіх структурних показників усіх гібридів сорго зернового, що досліджувалися. Лідером за показником M_{1000} в середньому по досліді визнаний гібрид Сонцедар, 1000 зерен якого в середньому за роки проведення досліджень за раннього строку сівби важили 19,4 г, за пізнього – 17,5 г.

6. Максимальну врожайність зерна на рівні 6,54-6,69 т/га забезпечили відповідно гібриди сорго зернового Сонцедар і Даш Е за раннього строку сівби і густоти стояння рослин 140-180 тис. шт./га. За пізнього строку сівби ці гібриди також мали найвищу продуктивність 4,0 т/га за загушення на рівні 180 та 220 тис. шт./ га. Застосування 0,01% розчину бурштинової кислоти в якості стимулятора росту в фазу формування волоті культури забезпечило прибавку врожаю гібридів сорго зернового на рівні 12-15% та прискорило дозрівання зерна на 7-8 днів.

7. Стійкість сорго зернового до вилягання рослин не залежала від генетичних особливостей гібриду і строку проведення сівби, а в певній мірі була зумовлена густотою стояння рослин в агрофітоценозі. Показник стійкості рослин культури до обсіпання насіння не залежав від факторів, що досліджувалися. Із зростанням рівня загущеності посіву від 100 до 180 тис. шт./га за раннього строку посіву всі гібриди характеризувалися високим ступенем стійкості до основних фітопатогенів, характерних для агроценозу зернового сорго. За базисними якісними показниками врожаю (вміст в зерні пластичних речовин: протеїну та крохмалю) перевагу мали гібриди Прайм і Даш Е (відповідно, 11,3 і 11,1% білку), за вмістом крохмалю – Сонцедар (72%).

8. Результати математичного моделювання процесу формування врожайності сорго зернового за різних умов вирощування дають можливість стверджувати, що найвищими адаптивними можливостями відносно комплексу абіотичних і біотичних умов Південного Степу характеризується гібриди Даш Е, Сонцедар і Таргга.

9. Найбільший вплив на прибутковість мав ранній строк сівби. Як за раннього, так і за пізнього строків сівби, найбільший умовний чистий прибуток (5,1-12,9 тис. грн/га) з рівнем рентабельності 65-148% отримано при вирощуванні гібрида Даш Е з густотою стояння рослин 180 тис. шт./га. Енергетична ефективність вирощування зазначеного гібриду за раннього строку сівби при аналогічному загущенні посіву була найвищою порівняно

с другими гібридами сорго зернового. При цьому енергетичний коефіцієнт ефективності був вищим за усіма варіантами (2,90), що свідчать про ефективність запропонованої технології виробництва товарного зерна сорго до сучасних вимог ресурсо і енергозаощадження.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Сівбу проводити за температури ґрунту на глибині загортання насіння 8-10⁰С, формуючи густоту рослин в агрофітоценозі на рівні 140 тис. шт./га (гібрид Сонцедар) та 180 тис. шт./га (Даш Е). В разі, несприятливої агрокліматичної чи виробничої ситуації, що унеможливорює проведення сівби культури в оптимальний термін, сівбу можна проводити в пізній строк (за температури ґрунту 14-16⁰С) гібридом Даш Е з густотою 180 тис. шт./га. Застосування за раннього строку сівби в якості стимулятора росту 0,01% - розчину бурштинової кислоти в період формування суцвіття культури є обов'язковим технологічним елементом, що дозволяє істотно (на 0,6-0,7 т/га) збільшити зернову продуктивність культури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аверчев О. В., Осінній О.А. Науково-виробничі рекомендації з технології вирощування сорго, проса і гречки в агроеліоративному полі рисової сівозміни. М-во аграрної політики та продовольства України, Ін-т післядипломної освіти та дорадництва, ДВНЗ «Херсонський державний аграрний ун-т». Херсон : Видавець Грінь Д. С., 2015. 98 с.
2. Адаменко Т. Погода і посіви /Агроном-2003. №11. С. 6.
3. Алабушев А.В. Проблемы и перспективы технологии возделывания сорго на зерно и зеленую массу / Тез. докл. Российской научн.-практ.конф. в Понолжском НИПТИ сорго и кукурузы. Саратов, 1995. С. 100-102.
4. Алабушев А.В., Антипенко Л.Н. Энергетическая оценка производства сорговых культур / Зерновые и кормовые культуры (селекция, семеноводство, технология возделывания). Зеленоград. 2000. С. 4-6.
5. Алабушев А.В., Антипенко Л.Н. Сорго (селекция, семеноводство, технология, экономика). Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2003. 368 с.
6. Алабушев А.В. Адаптивная технология выращивания зернового сорго в засушливой зоне Северного Кавказа. Зеленоград, 2000. 191 с.
7. 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.
8. Алабушев А.В. Уникальные возможности сорго / Земледелие. 2000. №3. С. 19.
9. Алабушев А.В., Антипенко Л.Н. Эффективность производства сорго зернового. Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2002. 192 с.
10. Алабушев А.В., Антипенко Л.Н. Состояние и перспективы производства зернового сорго / Кукуруза и сорго. 2005. № 6. С. 7-12.
11. Алпатьев А.М. Водопотребление культурных растений и климат / Режим орошения сельскохозяйственных культур. 1965. №6. С. 32-37.

12. Антипенко Л.Н., Ключников Н.А. Эффективность возделывания сорго в ОАО «Сорго» / Зерновые и кормовые культуры (селекция, семеноводство, технологии возделывания). 2000. №7. С. 17-18.
13. Арзамасцев А.А. Алгоритм самоорганизации структуры искусственной нейронной сети в процессе ее обучения / Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2007. Т. 12. № 1. С. 105-106.
14. Архипенко Ф.М., Слюсар С.М. Сорго – перспективи вирощування / Агроном. 2006. № 4 (14). С.82-83.
15. Базалій В.В., Бойко М.О., Алмашова В.С., Онищенко С.О. Рослинницькі аспекти та агроекологічні засади вирощування сорго зернового на Півдні України / Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Вип.91. Херсон: Грінь Д.С., 2015. С.3-6.
16. Байтулин И.Д. О некоторых проблемах изучения корневой системы возделываемых культур / Биологические науки. Алма-Ата, 1975. Вып. 8. С. 14-29.
17. Балан В.М., Сторожик Л.І. Вирощування цукрового сорго як біоенергетичної культури / Цукрові буряки. 2010. № 5. С. 14-15.
18. Бахметова Н.А., Токарев С.В. Моделирование технологических процессов с помощью нейронных сетей / Современные наукоемкие технологии. 2008. № 2. С. 87.
19. Безручко О. І., Джулай Н.П. Поповнення ринку сортів рослин України: сорго звичайне (двокольорове) (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) / Сортівивчення та охорона прав на сорти рослин : Науково-практичний журнал. Київ: Український інститут експертизи сортів рослин. 2012. № 3(17). С. 45-51.
20. Безручко О. Сорго набуває популярності / Agroexpert. 2012. № 5. С.36-38.
21. Белецкий А.С. Удобрения и урожайность сорго / Химия сельского хозяйства. 1989. №11. С.60-61.

22. Біоенергетична оцінка соргових культур [В.Л. Курило, О.В. Яланський, В.Л. Гамандій та ін.] / Зб. наук. пр. ІБКЦБ. 2012. Вип.14. С. 554-558.
23. Біоенергетична продуктивність цукрового сорго залежно від умов азотного живлення / [В.В. Іваніна, А.О. Сипко, Г.А. Сінчук та ін.] / Біоенергетика. 2014. № 2. С. 25-27.
24. Богатая З.Ф., Бабенко И.Е., Просвирнова М.В. Влияние сроков посева на урожай зерна сорго и его качество / Степное земледелие. К.: Урожай, 1980. Вып. 14. С. 51-53.
25. Бойко М.О. Аналіз структури врожаю гібридів сорго зернового при різних густотах посівів за двох строків сівби / «Онтогенез – стан проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах» : Зб. тез міжнародної конференції. Херсон: РВЦ «Колос», 2016. С.79-80.
26. Бойко М.О. Економічна ефективність виробництва сорго зернового в умовах Півдня України / «Теорія та практика менеджменту: реалії і перспективи розвитку»: Зб. тез всеукраїнської науково-практичної конференції. ДВНЗ «ХДАУ», 2016. С.37-41.
27. Бойко М.О. Перспективи виробництва сорго зернового на Півдні України / Modern scientific researches and developments: theoretical value and practical results –2016: materials of international scientific and practical conference (Bratislava, 15-18 March 2016). К.: LLC «NVP» Interservice», 2016. P.23-24.
28. Бойко М.О. Сорго зернове – гарант стабілізації зерновиробництва / «Актуальні питання сучасної аграрної науки»: Зб. тез IV міжнародної науково-практичної конференції. Умань, 2016. С.25-26.
29. Бойко М.О. Використання нелінійних нейронних мереж для моделювання урожайності сорго зернового в умовах південного Степу України / Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Дніпропетровськ, 2016. Вип. №2(40). С.118-125.

30. Бойко М.О. Вплив густоти посіву та строків сівби на продуктивність гібридів сорго зернового в умовах Півдня України / Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2016. Вип.3 (91). С.96-104.
31. Бойко М.О. Обґрунтування агротехнічних прийомів вирощування сорго зернового в умовах Півдня України / Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Агронія» / Редкол.: С. М. Ніколаєнко (відп. ред.) та ін. К. : ВЦНУБіП України, 2016. Вип. 235. С.33-39.
32. Бойко М.О. Формування асиміляційного апарату гібридів сорго зернового в залежності від строків сівби та густоти посівів / Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Херсон: Грінь Д.С., 2017. Вип. 97. С. 18-22.
33. Большаков А.З. Сорго – культура XXI века. Ростов-на-Дону, 2002. 24 с.
34. Большаков А.З., Коломиец Н.Я. Сорго: от селекции к технологии. Ростов-на-Дону: Ростиздат, 2003. 112 с.
35. Бондаренко В.П. Влияние минеральных удобрений и густоты стояния растений на продуктивность сахарного сорго / Бюл. ВНИИ кукурузы. Днепропетровск, 1982. Вып 1 (60). С. 59-61.
36. Бондаренко В.П. Продуктивность сахарного сорго на каштановых почвах от влагообеспеченности посевов, густоты растений и минеральных удобрений : автореф. дис. на соискание на уч. степени канд. с.-х. наук : 06.01.09 «Растениеводство». К., 1981. 22 с.
37. Браун П.Л., Шрадер У.Д. Урожай зерна, расход и эффективность использования воды растениями зернового сорго в условиях разной агротехники. Гибридное сорго: Сборник переводов из иностранной периодической литературы. М.: Изд-во с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1962. С. 239-255.
38. Бритвин В.В., Болдирева Л.Л. Сорго как сырье для производства биоэтанола / Наук. пр. південного філіалу НУБіП «Кримський агротехнологічний університет». 2013. №1. С. 18-26.

39. Бунь Л. Верблюды растительного царства / Агро Перспектива. 2009. № 12. С. 54-59.
40. Бучинский И.В. Климат Украины в прошлом, настоящем и будущем. К.: Госиздат с.х. литературы. 1963. 308 с.
41. Васильев В.И., Ильясов Б.Г., Валеев С.В., Жерनावков С.В. Интеллектуальные системы управления с использованием нейронных сетей. [Учебное пособие]. Уфа: УГАТУ, 1997. 92 с.
42. Вахрушев Н.А., Антипенко Л.Н. Энергетическая эффективность технологии производства сорго / Тезисы докладов на международной научно-практической конференции «Селекция, семеноводство, технология возделывания и переработки сорго». Зерноград. 1999. С. 24-25.
43. Владимирский Б.М. Нейронные сети как источник идей и инструмент моделирования процессов самоорганизации и управления / Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2006. Т. 4. № 4. С. 14.
44. Власов В.Г. Результаты экологического испытания сорговых / Кормопроизводство : Научно-производственный журнал. М.: ООО «Кормопроизводство». ISSN 0235-2540. 2005. №1. С. 23.
45. Влох В.Г., Дубковецкий С.В., Кияк Г.С., Онищук Д.М. Сорго. К.: Вища школа, 2005. С.94-98.
46. Гамандій В.Л., Дремлюк Г.К. Господарствам Півдня час розширювати посіви сорго / The Ukrainian Farmer. 2012. №2. С.12-13.
47. 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. 34 с.
48. Горбань А.Н. Нейроинформатика и ее приложения. Открытые системы. 1998. № 4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.osp.ru/os/1998/04/05.htm>.

49. 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.
50. Гринюк І. Ще одна сировина для біопалива / *Агросектор*. 2007. № 4 (18). С. 33.
51. 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». К., 2013. 21 с.
52. 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.
53. Гурский Н.А. Эффективность возделывания сорго в ОАО «Сорго» / *Зерновые и кормовые культуры (селекция, семеноводство, технология возделывания)*. Зерноград. 2000. С. 6-8.
54. Гурский Н.Г., Коломийцев Н.Н. Зерновое сорго как важный источник производство фуражного зерна в условиях недостаточного увлажнения / *Зерновые и кормовые культуры России*. Зерноград, 2002. С. 60-63.
55. Демиденко Б.Г. Вирощування сорго в Степу України та його використання. К.: Вид-во Укр. академії с.-г. наук, 1961. 89 с.
56. Демиденко Б.Г. Сорго. М.: Гос. Изд-во с.-х. литературы, 1957. 157 с.
57. Добринін Г.М. Ріст та формування хлібних і кормових злаків. Л.: Колос, 1969. 275 с.
58. Добрынин В. А. Экономика сельского хозяйства [3–е изд., перераб. и доп.]. М. : Агропромиздат, 1990. 467 с.
59. Дорохов Б.Л. Изучение фотосинтеза / *Исследования по физиологии и биохимии растений в Молдавской ССР*. Кишинев, 1968 г. №4. С. 15-19.
60. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1979. 504 с.

61. Драненко И.А. Сорго. Ставрополь, 1951. 20 с.
62. Дранищев Н.И., Барановский А.В., Тимошин Н.Н. Агроекологические аспекты возделывания сорго в засушливых условиях Луганской области / Вісник ЛНПУ імені Тараса Шевченка: Біологічні науки. 2008. №14 (153). С. 43-47.
63. Дремлюк Г. К., Гамадій В.Л. Багатогранна культура / Насінництво : Науково-виробничий журнал. К.: Селекційно-генетичний ін-т, Український ін-т експертизи сортів рослин, вид-во «Колобіг». 2011. №4 (100). С. 14-21.
64. Дремлюк Г.К., Гамадій В.Л., Гамадій І.В. Основні елементи технології вирощування сорго / Посібник українського хлібороба. 2013. №3 С.274-277.
65. Заварзин А.И., Кулева Н.Н. Гербициды для сорго / Кукуруза и сорго. 1992. №1. С. 24-25.
66. Загальне землеробство [В.О.Єщенко, П.Г. Копитко, В.О. Опришко та ін.]. К.: Вища освіта, 2004. 336 с.
67. Засыпкин В.А., Кургалиева Л.Н. Особенности технологии возделывания сорговых культур в юго-восточной зоне Саратовской области / Тезисы докладов «Селекция. Семеноводство, технология и переработка сорго». Зерноград. 1999. С. 39-40.
68. Иванюкович Л.К. Эволюция рода *Sorghum* Moench. (*Poacea* Barnch) / Проблемы и задачи по селекции, семеноводству и технологии производства и переработки сорго в СССР: Тез.докл. Зерноград, 1990. С. 13-16.
69. Исаков И.Я., Рibaков А.А. Реакция новых сортов зернового сорго на сроки, способы и нормы посева семян / Тезисы докладов «Селекция, семеноводство, технология и переработка сорго». Зерноград. 1999. С. 43-44.
70. Исаков Я.И. Особенности возделывания низкорослых сортов зернового сорго / Земледелие. 1975. №4. С. 42-44.

71. Исаков Я.И. Сорго. М: Россельхозиздат, 1992. 133 с.
72. Исаков Я.И. Сорговое поле России / Сельское хозяйство России. 1977. №10. С. 43-45.
73. Іващенко О.О., Рудник-Іващенко О.І. Перспективи вирощування кукурудзи і сорго / Хімія. Агрономія. Сервіс. 2011. № 12. С. 38-41.
74. Кадыров С.В., Федоров В.А., Большаков А.З. Сорго. Ростов: ЗАО «Ростиздат», 2008. 80 с.
75. Калашник Н.С., Олексенко Ю.Ф., Пустовар А.В. Сорго. К.: Урожай, 1978. 73 с.
76. Каленська С.М., Гринюк І.П. Вплив доз мінеральних добрив та сортових особливостей на вихід цукру та біоетанолу із сорго цукрового в умовах Правобережного Лісостепу України / Зб. наук. пр. ІБКІЦБ. 2012. Вип.15. С.202-206.
77. Калетнік Г.М., Пришляк В.М. Біопаливо: ефективність його виробництва та споживання в АПК України: навч. посіб. К.: Хай-Тек Прес, 2011. 310 с.
78. Канцалиев В.Т. Влияние допосевной обработки и гербицидов на физиологические свойства почвы и урожай зеленой массы сорго : автореф. дис. на соиск. науч. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.09 «Растениеводство». Нальчик, 1973. 20 с.
79. Каражбей Г.М. Значення сорго зернового як біоенергетичної культури / Зб. наук. пр. ІБКІЦБ. 2011. Вип.12. С.148-152.
80. Каражбей Г.М., Тегун С.В. Продуктивність сорго звичайного двокольорового (*Sorghumbicolor* 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.
81. Каталог сортів та гібридів Інституту сільського господарства степової зони НААН України: наук.-метод. реком. [А.В.Черенков, В.Ю.Черчель, М.С. Шевченко та ін.]. Д., 2013. 104 с.
82. Климович П.В. Ефективність доз і строків застосування добрив під сорго зернове на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України:

- автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.04. ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського. Харків: 2007. 23 с.
83. Ключников Н.А., Рыбалкин А.А., Исаков И.Я. Зерновое сорго Хазине ультрараннеспелое в крайне засушливые районы / Кукуруза и сорго. 2001. № 6. 23 с.
84. Коваленко А. Технологія для сорго / Farmer: щомісячник. Київ: ТОВ «АГП Медіа». 2014. 3(51). С. 72-74.
85. Ковальчук В.П., Григоренко Н.О., Костенко О.І. Цукрове сорго – цукровмісна сировина та потенційне джерело енергії / Цукрові буряки. 2009. № 6. С.6-7.
86. Когут М.М., Пушкарев В.А. Сорго в Ростовской области – перспективы развития. Москва: Колос, 1976. 49 с.
87. Коломиец Н.Я. Интенсивность начального роста сорго – важный селекционный признак / Селекция и семеноводство. М., 2003. №2. С. 25-27.
88. Коломієць Л. В. Продуктивність кукурудзи та сорго в сумісних посівах з іншими культурами в північному Степу України: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.12. Київ: 2006. 18 с.
89. Контролювання забур'яненості посівів сорго цукрового [Я.П. Макух, О.О. Іващенко, І.В. Шам та ін.] / Наук. пр. ІБКіЦБ. 2013. Вип. 18. С. 93-95.
90. Костыря И., Самойленко А., Шевченко Т. Весна и лето на сорговом поле / Зерно: Ежемесячный журнал агропромышленника. Киев: Издательский дом «Зерно». 2012. 4(72). С. 77-79.
91. Котляр Н. Влияние некоторых приемов ухода за посевами на засоренность, рост, развитие и продуктивность сорго в условиях центральной части степи УССР : автореф. дис. на соиск. науч. степени канд. с.-х. наук. Херсон, 1970. 19 с.

92. Кравченко М.Л., Грекова Т.И. Моделирование экономических систем с применением нейронных сетей / Вестник Томского государственного университета. 2006. № 290. С. 169-172.
93. 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.
94. Красненков С.В. Особенности произрастания и продуктивность сахарного сорго в основных районах страны / Сб. научн. тр. Днепропетровск, 1984. Ч. 1. С. 69-79.
95. Красненков 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. Ін-т зернового господарства УААН. Дніпропетровськ, 1999. 35 с.
96. Криницька Л.А., Рось В.І. Стан і перспективи світового виробництва сорго (огляд іноземної літератури) / Таврійський науковий вісник. – Херсон: Айлант. 2000. Вып.15. С. 20-25.
97. Крылов А.В., Филатов В.И. Продуктивность и основные показатели фотосинтетической деятельности зернового сорго в зависимости от нормы высева / Кукуруза и сорго. 2002. № 3. С. 21-24.
98. Крючин О.В. Использование технологии искусственных нейронных сетей для прогнозирования временных рядов на примере валютных пар / Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2010. Т. 15. № 1. С. 312.
99. Кулешов Н.Н. Селекция сорго / Семеноводство. 1983. № 1. с. 33-39.
100. 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. Москва: ООО «Галлея-Принт», 2011. 107 с.

101. Курило В.Л., Герасименко Л.А. Продуктивність сорго цукрового для виробництва біопалива залежно від строків сівби та глибини загортання насіння / Цукрові буряки. 2012. №1. С.14-15.
102. Курило В.Л., Григоренко Н.О., Марчук О.О. Цукрове сорго – перспективна сировина для комплексного використання / Зб. наук. пр. І-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків: Біоенергетика: вирощування біоенергетичних культур, виробництво та використання біопалива. Київ, 2011. Вип.12. С.130-134.
103. Курило В.Л., Григоренко Н.О., Марчук О.О., Фуніна І.Р. Продуктивність сорго цукрового (*Sorghum saccharatum* (L.) Pers.) залежно від сортових особливостей та різної густоти стояння рослин / Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2013. №3. С.8-12.
104. Лапа О.М. Зернове сорго в умовах України. ТОВ «Сингента», 2012. 48 с.
105. Лапа О.М., Культура сорго / Посібник українського хлібороба. 2010. С. 7-11.
106. Лапа О.М., Свиридов А.М., Щербаков В.Я. та ін. Вирощування зернового сорго в умовах України (практичні рекомендації) / Під ред. В.Я. Щербакова. Київ: ТОВ «Глобус-Принт», 2008. 36 с.
107. Лапа, О.М., Фарафонов В.А. Вирощування зернового сорго в умовах України / Посібник українського хлібороба: науково-практичний збірник. 2008. №6. С. 72-76.
108. Либештейн И.И. Сорго как предшественник в полевых севооборотах / Сорго – спутник кукурузы. Кишинев: Картя Молдаванеска, 1963. №3. С. 25–34.
109. Лихочвор, В. В. Рослинництво: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Сучасні технології вирощування основних польових сільськогосподарських польових культур. Львів: НВФ «Українські технології». 2006. С. 272-321.

110. Лунгу В. Рекомендации по оптимизации питательных режимов почв при возделывание сахарного сорго, предназначенного для производства возобновляемых энергоресурсов. Chisinau: Pontos. 2009. 33 с.
111. Луцько Г., Каранда Т. Сорго – відповідь екстремальній посусі / Пропозиція. 2013. № 1. С. 44-46.
112. Лысогоров С.Д. Орошаемое земледелие. М.: Колос, 1971. 454 с.
113. Лысогоров С.Д., Ушкаренко В.А. Практикум по орошаемому земледелию. М.: Агропромиздат, 1985. 128 с.
114. М. Драган, Р. Грищенко, О. Любчич. Круп'яні культури: сучасні аспекти технології вирощування / Пропозиція: Український журнал з питань агробізнесу. К.: ТОВ «Компанія «Юнівест Маркетинг». 2009. № 11. С.80-83.
115. Мазка Л.Ф., Макаров Л.Х. Борьба с сорняками на плантациях сорго / Кукуруза и сорго. 1990. №2. С. 41-42.
116. Мазур Г.Д. Почвенно–климатические условия и устойчивость земледелия Украины / Устойчивость земледелия: проблемы и пути решения. Киев: Урожай, 1993. С. 22-27.
117. Макаров Л.Х. Приемы агротехники и продуктивность зернового сорго / Кормопроизводство. 1986. С. 37-42.
118. Макаров Л. Х., Скорий М.В. Соріз (технологія, селекція, насінництво, переробка): монографія. Херсон: Айлант, 2009. 224 с.
119. Макаров Л.Х. Влияние элементов технологии на продуктивность зернового сорго / Тез. докл. Всесоюзн. совещ. «Проблемы и задачи по селекции, семеноводству и технологии производства и переработки сорго в СССР». Зерноград: ПМГ ВНИПТИ МЭСХ. 1990. С. 121-122.
120. Макаров Л.Х. Густота стояния и урожай зернового сорго в условиях орошения / Кукуруза. 1979. № 6. С. 15.
121. Макаров Л.Х. Приемы агротехники и продуктивность зернового сорго / Кормопроизводство. – 1986. – С. 37-42.

122. Макаров Л.Х. Способы предпосевной обработки семян сорго / Сб. Орошаемое земледелие. Киев, 1987. Вып. 32. С. 54-58.
123. Макаров Л.Х. Эффективность применения гербицидов при возделывании сорго в условиях орошения / Орошаемое земледелие. 1988. №33. С. 49-50.
124. Макаров Л. Х. Соргові культури: монографія. Інститут землеробства південного регіону УААН. Херсон: Айлант, 2006. 264 с.
125. Малиновская Е.В., Гулов Я.А. Влияние плотности посева и межгенотипической конкуренции на продуктивность зернового сорго / Кукуруза и сорго: Научно-производственный журнал. М.: 2006. №2. С. 23-24.
126. Малиновский Б.Н., Пойда В.В. Урожай фитомассы, содержание и накопление сахара в соке стеблей сорго в зависимости от сроков посева в острозасушливом 1998 году / Тезисы докладов «Селекция. Семеноводство, технология и переработка сорго». Зерноград. 1999. С. 64.
127. Малиновский Б.Н. Сорго – ценная кормовая культура. Москва: Наука, 1986. 132 с.
128. Малиновский Б.Н., Казакова А.С., Смиловенко Л.А. Сорго как источник высокосахаристой продукции / Сахарная промышленность. 1986. № 2. С. 54-57.
129. Малиновский Б.Н. Сорго на Северном Кавказе. Ростов-на-Дону: Ростовский университет, 1992. 202 с.
130. Малиновский Б.Н., Шанина К.Д. Обоснование оптимальных сроков уборки сорго на семена / Селекция, биология, агротехника сорго. Зерноград. 1984. С. 56-61.
131. Малиновский Б.Н. Возделывание сорго в сплошном посева / Вопросы биологии, селекции и семеноводства сорго: Сб. научн. тр. Ставропольский НИИСХ, Ставрополь. 1977. Вып. 33. С. 76-79.

132. Манжула В.Г., Федяшов Д.С. Нейронные сети Кохонена и нечеткие нейронные сети в интеллектуальном анализе данных / Фундаментальные исследования. 2011. № 4. С. 108-114.
133. Маслак О. Перспективне сорго / Агробізнес сьогодні. К.: 2011. №11 (210). С.12-15.
134. Маслак О. Ринок сорго в Україні і світі / Агробізнес сьогодні. 2012. №11. С. 14-18.
135. Матюха Л.А., Огинова Л.А. Применение гербицидов в посевах сорго / Сб. науч. тр. Днепропетровск, 1984. Ч.1. С. 83-89.
136. Медведовский В.П. Энергетический анализ в системе растениеводства. Киев: Урожай, 1986. 137 с.
137. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Киев: Урожай, 1988. 205 с.
138. Мельник В.Я. Селекция сорго на адаптивность к длине дня и пониженным температурам. Автореферат канд. с.-х. наук: 06.01.05. ВСГИ. Одесса, 1984. 19 с.
139. Метлин В.В. Показатели фотосинтетической деятельности сортов и гибридов сорго и кукурузы / «Интенсивная технология возделывания и использования сорго»: сб. науч. тр. Зерноград, 1986. С. 80-84.
140. Морару Г.А. Практические рекомендации по возделыванию сорговых культур. Пашкань, 1994. 38 с.
141. Морару Г.А. Селекция новых форм сорго. Кишинев: КСХИ, 1974. 30 с.
142. Морару Г.А., Лубаров В.В. Урожайность новых форм пищевого сорго / Молодежь в интенсификации агропромышленного комплекса: сб. науч. тр. 1989. С. 121.
143. Музиченко Ф. Сорго в Україні: лише переваги / Пропозиція. 2010. № 3 С.23.
144. Мунтян Т. А. Сорго – культура универсального использования / AGRO вісник. Україна. 2006. № 11-12. С. 29-31.

145. Насіння соргових культур [О.В. Яланський, А.Т. Самойленко, Е.М. Федоренко та ін.] / Агробізнес сьогодні. 2014. № 4. С. 32-41.
146. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / Редкол. М.В. Зубець та ін. Київ: Аграрна наука, 2010. С. 14-40.
147. Нетіс І.Т. Зміна клімату в зоні зрошення / Зрошуване землеробство. Вип. 39. К.: Урожай, 1994. С. 7-11.
148. Ничипорович А.А. Задачи работ по изучению фотосинтетической деятельности растений как фактора продуктивности / Фотосинтезирующие системы высокой продуктивности. М.: Наука, 1966. С. 7-50.
149. Нове застосування цукрового сорго [Л. Кириченко, В. Роженко, Л. Філоненко та ін.] / Агробізнес сьогодні. 2012. №3. с. 8-11.
150. Овсієнко І.А. Особливості формування урожайності зерна сорго залежно від строків сівби / Сільське господарство та лісівництво. 2015 .№2 . С. 21-28.
151. Олейник А.А., Шанина К.Д., Баранчук Т.В. Качественные показатели семян сорговых культур в процессе налива и созревания / Технология создания сортов, возделывания и использования сорго. зерноград. 1990. №6. С. 43-49.
152. Алексеенко Ю.Ф. Основные приёмы сортовой агротехники сорго. – Москва: ВНИИТЭИСХ. 1979. С. 33-34.
153. Алексенко 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. зерноград. 1990. С. 114-116.
154. Алексенко Ю.Ф. Прогрессивная технология возделывания сорго. Киев: Урожай, 1986. 80 с.
155. Опалко В., Гузь М. Потенціал альтернативних джерел палива / Новини агротехніки. 2011. № 3-4 С. 24-27.

156. Основные тенденции рынка сорго: Украина и мир / Хранение и переработка зерна. 2006. № 7. С. 11-15.
157. Особенности минерального питания кормового сорго [А.В. Дронов, В.В. Дьяченко, Е.В. Немцов и др.] / Агрехимический вестник: Научно-практический журнал Государственной агрохимической службы МСХ РФ. Министерство сельского хозяйства РФ. Москва: «Химия в сельском хозяйстве». 2007. №1. С. 24-25.
158. Особливості вирощування соргових культур : наук.-метод. реком. / [В. Л. Нікішенко та ін.]; Українська академія аграрних наук, Центр наукового забезпечення агропромислового комплексу Херсонської області, Ін-т землеробства південного регіону. Херсон: ВАТ «Херсонська міська друкарня», 2009. 25 с.
159. Остапов В.И. Методические рекомендации по проведению полевых опытов в условиях УССР [В.И. Остапов, Б.И. Лактионов, В.А. Писаренко и др.] Днепропетровск: Облиздат, 1985. Часть I. 113 с.
160. Пащенко Ю.М., Андрієнко А.Л. Густота стояння рослин гібридів сорго в умовах північного Степу України / Бюл. ІЗГ. 2003. № 20-25. С. 17-25.
161. Пергаев О., Рейншейн Л. Потенциал сорговых культур / Агромир. 2004. № 14. С. 1-2.
162. Петричук Л.І. Агробіологічні основи формування високопродуктивних агроценозів сорго цукрового в умовах Південного Степу: автореферат дис. канд. с.-г. наук : 06.01.09. Херсон, 2015. 20 с.
163. Пичура В.И. Применение интеллектуальных искусственных нейронных сетей для прогнозирования химических показателей оросительной воды / Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. Научно-практический журнал. Екатеринбург, 2012. №2. С. 17-28.
164. Пойда В.Б. Сорго и его возможности для адаптивного земледелия / Плодородие почв и управление его составляющими. 2000. №6. С. 79-83.

165. Поспелова, Л.С., Поспелов А.П., Комаров Н.М. Многолетнее сорго: биология, селекция, агротехника. ГНУ СНИИСХ. Ставрополь: АГРУС. 2009. 96 с.
166. Проблемы и задачи по селекции, семеноводству и технологии производства и переработки сорго в СССР: [под ред. П.А. Мангуш и др.]. Зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 1990. 205 с.
167. Проведення передпосівного обробітку ґрунту і сівби насіння цукрового сорго: метод. реком. [за ред. Роїка М.В.]. Київ: ІБКіЦБ, 2012. 15 с.
168. Продуктивність сортів та гібридів сорго цукрового залежно від рівня удобрення [В. Л. Курило и др.] / Цукрові буряки: Всеукраїнський науково-виробничий журнал. Київ: АТЗТ «Атопол». 2012. №5 (89). С. 11-13.
169. Пронько В.В. Удобрения под сорго / Кукуруза и сорго. 1992. №2. С. 12-13.
170. Просунько В. Чого чекати від глобального потеплення? / Пропозиція. 2001. №12. С. 4041.
171. Пшеничный Н.И. Рекомендации по возделыванию зернового сорго в Степной зоне Украинской ССР. Київ: Урожай, 1956. 10 с.
172. Радченко Е.Е. Проблема селекции сорго на устойчивость к обыкновенной тле / Кукуруза и сорго. 1993. №3. С. 23-24.
173. Радченко М., Маслак О., Полежай О. Сорго: невикористаний потенціал / Agroexpert. 2011. № 5. С. 22-26.
174. Рудник–Іващенко О.І., Сторожик Л.І. Стан і перспективи соргових культур в Україні / Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. 2011. Вип.10. С. 198-206.
175. Самойленко А., Самойленко В., Шевченко Т. Культура, равнодушная к засухе / Зерно. 2011. № 9. С. 34-38.
176. Самойленко А., Самойленко В. Соргові культури в стабілізації виробництва кормів / Пропозиція. 2011. № 2. С. 39-40.

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. 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.
180. Сельськохозяйствена біологія / Развитие биологии на Украине. Т. 1. Киев: Наук. думка, 1984. 350 с.
181. Синягин И.И. Площадь питания растений. Москва: Россельхозиздат. 1975. 384 с.
182. Соловьев Б.Ф. Сорго – ценная кормовая культура. Москва: НТО сельского и лесного хозяйства, 1956. 48 с.
183. Сорго – культура многоцелевого использования [А. Черенков, А. Самойленко, М. Остапенко и др.] / *Агровісник: Науково-виробничий журнал*. Київ: ТОВ «Хімагромаркетинг». 2008. №4 (27). С. 29-33.
184. Сорго. Технология растениеводства [И. П. Фирсов, А. М. Соловьев, М. Ф. Трифонова и др.]. Москва: Колос, 2005. С. 275-281.
185. Сорго на зерно в умовах південного степу України [А.В. Черенков, М.А. Остапенко, А.Т. Самойленко та ін.] / *Агроном: Науково-виробничий журнал*. Киев: ТОВ «Агромедіа». 2006. №3. С. 36-38.
186. Сорго цукрове – як фітоенергетична культура / [О.В. Мороз, В.М. Смірних, Г.М. Шопша та ін.] / *Цукрові буряки*. 2010. № 5. С. 16-17.
187. Сорго. Інтенсивна технологія вирощування польових і кормових культур. Рослинництво. Киев: Вища школа, 1990. С .61-63.
188. Сорго: [сб. статей (пер. с англ.) / науч. ред. М.Е. Шевьева]. Москва: Сельхозгиз, 1957. 120 с.
189. Сорго – верблюд царства рослин [Електронний ресурс] / Режим доступу: [zerno.org.ua>articles/marketing/366](http://zerno.org.ua/articles/marketing/366).

190. Соргові культури: технологія, використання, гібриди та сорти / [А.В. Черенков, М.С. Шевченко, Б.В. Дзюбецький та ін.]. Дніпропетровськ: Центр наукового забезпечення агропромислового виробництва Дніпропетровської області, 2011. 63с.
191. Сторожик Л.І., Сергєєва І.О. Моніторинг агрофітоценозів соргового поля / Зб. наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. 2012. № 14. С. 345-348.
192. Сторожик Л.І. Перспективи вирощування сорго цукрового як альтернативного джерела енергії / Цукрові буряки. 2011. №2. С. 20-21.
193. Сычиков Л.А. Приемы возделывания сорго-суданкового гибрида Одесский 55 / Сб. научн. тр. Днепропетровск, 1984. Ч. 1. С. 74-79.
194. Танчик С. П., Мокрієнко В.А., Скалій І.М. Новітні елементи в технологіях вирощування сорго / С. П. Танчик / Хімія. Агрономія. Київ: ТОВ «Дельта-Агро». 2009. 19-20 (287-288). С. 48-50.
195. Тараненко В.И. Опыт выращивания и использования сорго на Харьковщине. Информ.-метод. письмо. Харьков, 1969. 40 с.
196. Тараріко Ю.О. Біоенергетичне аграрне виробництво в Лісостепу України / Вісн. аграр. науки. 2011. № 7. С. 9-13.
197. Технология создания сортов, возделывания и использования сорго: [сб. науч. тр. / под ред. П.А. Мангуш и др.]. Зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 1990. 145 с.
198. Технологія цукристих речовин. Лаборатор. практикум / [М.П. Купчик, Л.П. Рева, Н.І. Штангєєва та ін.]. К.: НУХТ, 2007. 393 с.
199. Тимирязев К.А. Борьба растений с засухой: Избранные сочинения. Москва: Сельхозгиз. 1948. Т. 3. С. 87-97.
200. Токаренко В.Н., Белецкий А.С., Барановский А.В. Рекомендации по технологии возделывания сорговых культур. Луганск: Луганское областное управление статистики, 2001. 19 с.
201. Тохтаров В.П. Возделывание сорго в чистых и смешанных посевах в Нижнем Поволжье / Сб. науч. тр. «Селекция, семеноводство и технология

- возделывания сорго в основных районах страны». Днепропетровск, 1984. С. 89-97.
202. Тохтаров В.П. Сроки сева и глубины заделки семян сорго в Волгоградской области / Бюлл. ВНИИК.1977. Вып. 45. С. 75-79.
203. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника. М.: Мир. 1992. 184 с.
204. Ушкаренко В. О., Лазер П.Н., Остапенко А.І., Бойко І.О. Методика оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур. Херсон: Колос, 1997. 21 с.
205. Ушкаренко, В. О. Зрошуване землеробство: підручник. Київ: «Урожай», 1994. 328 с.
206. Фарафонов В. А., Зозуля О.Л. Сорго завойовує світ / Агроном. 2007. № 1. С. 24.
207. Фарафонов В., Джам О. Зернове сорго вирощувати в Україні економічно вигідно / Пропозиція: Український журнал з питань агробізнесу. Київ: Юнівест Маркетинг. 2005. №5 (120). С. 66-67.
208. 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». Х., 2010. 20 с.
209. Філіп'єв І.Д., Макаров Л.Х., Шукайло С.П. Вплив мінеральних добрив на вміст елементів живлення в надземній масі соризу / Агрохімія і ґрунтознавство: Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Харків: Аграрна наука, 1998. С. 186-187.
210. Фотосинтезирующие системы высокой продуктивности [под ред. А.А. Ничипорович]. Москва: Наука, 1966. 224 с.
211. Хелемский М.З., Кряквіна С.П. Еще раз о сахарном сорго / Сахарная промышленность. 1987. № 9. С. 53-55.
212. Цой И.В., Лосева Г.В. Влияние сроков и норм посева на продуктивность сахарного сорго / Труды Саратовского СХИ. 1977. Вып. 98. С. 71-79.

213. Что такое сорго и чем полезен этот продукт [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://fb.ru/article/248671/chto-takoe-sorgo-chem-polezen-etot-produkt>.
214. Чубко О. Сорго – унікальна культура / Агросектор. 2007. № 5. С. 10-11.
215. Шекун Г. Культура сорго в СССР и его биологические особенности. Москва: Колос, 1964. 70 с.
216. Шепель Н.А. Селекция и семеноводство гибридов сорго. Ростов-на-Дону: Ростовский университет, 1985. 250 с.
217. Шепель Н.А. Сорго – интенсивная культура. Справочное издание. Симферополь: Таврия, 1989. 190 с.
218. Шепель Н.А. Сорго. Волгоград, 1994. 448 с.
219. Шепель Н.А., Болдирьова Л.Л., Філатова В.Д. Агротехніка харчового сорго сортів селекції Кримського ДАУ / Агроном. Київ, 2004. №3 (5). С. 54-57.
220. Шепель Н.А., Болдирьова Л.Л., Філатова В.Д. Вінікове сорго – технологічні особливості вирощування та ринкові перспективи / Агроном: Науково-виробничий журнал. Київ: ТОВ «Агромедіа». 2004. №4 (6). С. 13-15.
221. Шепель Н.А. Потенциал сорговых культур / Кукуруза и сорго. 1993. №1. С.4-6.
222. Шепель Н.А. Рекомендации по возделыванию сорго на Кубани. Краснодар, 1975. 24 с.
223. Шепель Н.А. Сорго. Волгоград: Комитет по печати, 1994. 448 с.
224. Шепель Н.А. Соргові культури просяться на поля України / Агроном. 2004. №2. С. 12-15.
225. Шепель Н.А. Сорго – интенсивная культура: Справочное издание. Симферополь: Таврия, 1989. 19 с.
226. Шорин В.М., Мисик Н.А. Эффективность гербицидов в системе допосевной и поуходной обработки почвы под сорго / Комплексные

- исследования по селекции и семеноводству сахарного сорго [Сб. науч. тр. ВНИПТИМЭСХ]. зерноград, 1987. С.119-130.
227. Шорин П.М., Малиновский Б.Н., Мирошниченко В.Ф. Сорго – ценная кормовая культура. Москва: Колос, 1973. 100 с.
228. Шорин П.М. Сорго – ценная кормовая культура. Москва: Колос. 1976. 80.с.
229. Шорин П.М. Сахарное сорго. М: Колос, 1976. 78 с.
230. Шукайло С.П. Влияние уровня минерального питания на рост и развитие сориза в неполивных условиях юга Украины / Таврійський науковий вісник. Херсон: Айлант. 1997. Вип 1. Ч. 1. С. 615-616.
231. Щербаков В.Я. Зерновое сорго. Киев-Одесса: Вища школа. 1983. 192 с.
232. Юхно Г., Олексенко Ю. Сорго – на поля Дніпропетровщини. – Дніпропетровськ, 1961. 37 с.
233. Якушевский Е.С. Мировое и сортовое разнообразие сорго и пути его селекционного использования в СССР. Сорго в Южных и Юго-восточных районах СССР. Москва: Колос, 1967. С. 24.
234. Якушевский Е.С. Видовой состав сорго и его селекционное использование / Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции ВИР. Москва, 1969. Т. 41. Вып. 2. С. 148-178.
235. Яланський О., Байса І., Серета В. Сьогодні в Україні є багато вітчизняних сортів та гібридів цукрового сорго / Зерно і хліб. 2012. №3. С. 60-61.
236. Яланський О.В., Самойленко А.Т., Федоренко Е.М Насінництво соргових культур / Агробізнес сьогодні. 2014. №4. С. 12-18.
237. 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.

238. Agrometeorology of Sorghum and Millet in the Semi – Arid tropics: Proceedings of the International Symposium, 15-20 Nov. 1982, ICRISAT Center, India, Patancheru, 1984. 322 p.
239. Anda A., Pinter A.L. Sorghum germination and development as influenced by soil temperature water content / Agron. J. 1994. Vol. 86. №4. P. 621-624.
240. Anon. Sorgho da granella (Sorghum vulgare o Sorghum bicolon) / Terra e vita. 1987. T. 28, №9. P. 89-90.
241. Arkin G.F., Vanderlip R.L., Ritchie J.T. A dynamic grain sorghum growth model / Trans. ASAE, 1976. v. 19. N4. p. 626-630.
242. Beringer H., Trolldenier G. Influence of K nutrition on response to environmental stress. – In.: Potassium Research-Review and Trends. Bern / Switzerland, 1978. 49p.
243. Biomass yield and changes in chemical composition of sweet sorghum cultivars grown for biofuel / [Y.L. Zhao, A.Dolat, Y. Steinberger [and other] / Field Crops Res. 2009. Vol. 111. № 1-2. P. 55-64.
244. Booncho S., Fukai S., Hetherington S. Barley yield and grain protein concentration as affected by assimilate and nitrogen availability / Australian Journal of Agricultural Research. 1998. № 4. P. 695-706.
245. Boiko M.O. The impact of crop density and sowing time on the yield structure of grain sorghum hybrids / Sciences of Europe : Global science center LP. 2016. Vol 4, №5. P. 62-65.
246. Caravetta G., Cherney J., Johnson K. Within-row spacing influence on diverse sorghum genotypes: I. Morphology; II Dry matter yield and forage quality / Agronomy journal. 1990. Vol. 82. № 2. P. 206-215.
247. Coleman O.H. Syrup and sugar from sweet sorghum / Sorghum production and utilization. Westport, U.S.A., 1970. P. 416-440.
248. Comparative Study of Combustion Properties of Five Energy Crops and Greek Lignite [Электронный ресурс] / E. Karampisin, D. Vamvuka, S. Sfakiotakisetal / Energy&Fuels. 2012. № 26 (2). p. 869-878. – Режим доступа до журн.:<http://www.researchgate.net/publication/224437353> A

Comparative Study of Combustion Properties of Five Energy Crops and Greek Lignite

249. De Wet J.M.J., Huckabay J.P. Origin of Sorghum bicolor. Distribution and domestication / Evolution. 1967. vol. 21. №40. P. 787-802.
250. Doggett H. Sorghum tropical agricultural series. London, 1970. P. 86-117.
251. Donovan L.S. Growing corn / Canada Department of Agriculture publication. 1974. №25. p. 24-26.
252. Eastin I.D. Water and temperature effects on sorghum and millet as related to grain production and breeding / Inforbarg. 1988. An. 58, №15. P. 48-50.
253. Energia w Europie. Problemy energii w Europie do roku 2020. Analiza wariantowa. Luksemburg: Biuro publikacji oficjalnych Unii Europejskiej, 1996.
254. Energy from field energy crops – a handbook for energy producers [Электронный ресурс]. АЕБИОМ. 2009. Режим доступа: <http://www.aebiom.org/wpcontent/uploads/file/Publications/Handbook%20for%20energy%20producers.pdf>
255. Ferraris R. A., Charles-Edwards D.A. Comparative analysis of the growth of sweet and forage sorghum crops. II. Accumulation of soluble carbohydrates and nitrogen / Aust. J. Agric Res. 1986. Vol. 37, №5. P. 513-522.
256. Freeman K.C., Broadhead D.M., Zummo N. Culture of Sweet sorghum for syrup production. – USDA Agricultural Handbook, 1973. 441 p.
257. Fuel properties of biomass feed streams at ethanol plants [Электронный ресурс] / R.V. Morey, D.L. Hatfield, R. Sears et al. – Режим доступа: http://www.biomasschpethanol.umn.edu/papers/Fuel%20Property%20Paper_Published_Online_Jan%2030_2009.pdf
258. Gudka B.A. Combustion characteristics of some imported feedstocks and short rotation coppice (SRC) willow for UK power station [Электронный ресурс] – 08. Режим доступа: http://etheses.whiterose.ac.uk/3352/1/Combustion_Characteristics_of_some_Imported_Feedstocks_and_SRC_willow_for_UK_power_stations.pdf

259. Hector D., Fukai S., Yoyne P. Adapting a barley growth model to predict grain protein concentration for different water and nitrogen availabilities / Australian Society of Agronomy Inc.; Toowoomba. Australia. 1997. P. 117-121.
260. Jozsa L. AZ NK 101 szemescirok hibrid energia – takarekas technologia /. Lehet– osegei a dabonatermesteben. 1980. p.44-48.
261. Kuffner V. Dungerem of ehlungen aut dem Pruftand / DLS-landechn Z.1985. Lg.36/№5. P. 750-754.
262. Long S.P. C4 photosynthesis at low temperatures / Plant, Cell and Environment. 1983. №6. P. 345-363.
263. Maddens K. Ifluence de la densite de semis sur la valeur culturale et technologique de Jorgede pritemps destinec a la brasserie / Rev. Fgr. 1974. V. 27. №3. P. 543-558.
264. Metkalte D.S., Elving D.M. Grops Produktion Principles and Practices. 1980. p. 546-562.
265. Monsi M., Saeki T. Über den Lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung for die Stoffproduktion / Jap. J. Bot. 1953. №14. P. 22-52.
266. New dedicated energy crops for solid biofuels [Электронный ресурс] – AEBIOM–FP6RESTMAC. 2008. P. 30-36.
267. Pessi V., Vlanen V., Syvalahti J. The effect of fertilisation the grain crop of cereals, primarily on the proteun content / Suomem maatoustic teell seuran juok. 1971. №123. P. 206-216.
268. Posner J. Radiations solaires of crossanse et producivite du riz pluvial (O. Sativa) en Afrique du l'ouest / Agron. crop. 1979. V. 33. №3. P. 275-290.
269. Pothiray P., Morachan G.B., Subbiach K.V. Effect of planting pattern on yield of rice / Madras Agr. J. 1974. V. 64, №7. P. 427-429.
270. Pre-anthesis ovary development determines genotypic differences in potential kernel weight in sorghum [Z. Yang, E. J. Oosterom, D. R. Jordan and others] / Journal of Experimental Botany. 2009. V. 60 (4). P. 1399-1408.

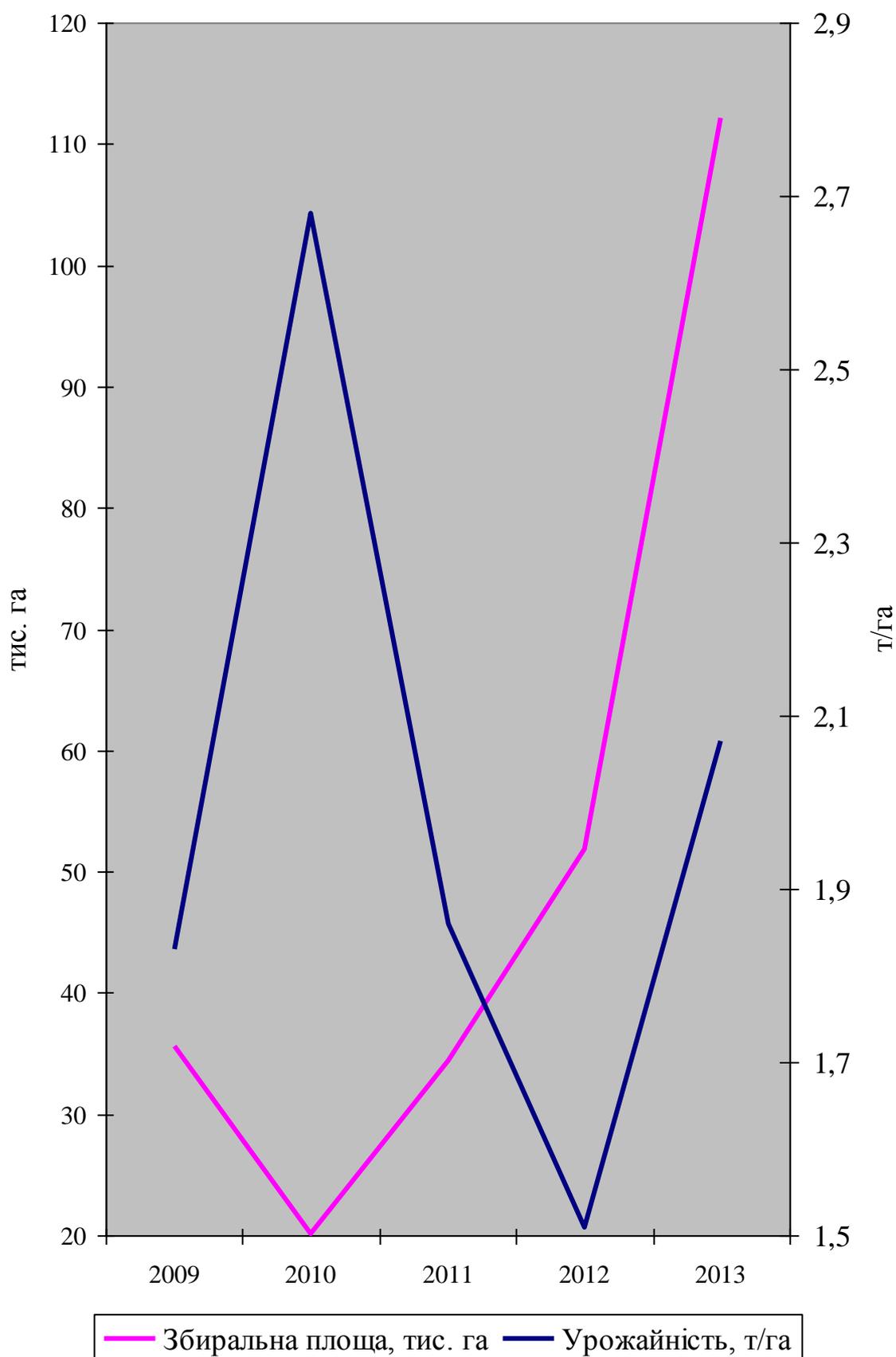
271. Rajvanshi A.K., Nimkar N. Sweet sorghum at the Nimbkar Agricultural Research Institut (NARI). Maharashtra, India, 2008. 244 p.
272. Russo Salvatore. Crescita e produzione di varietà di riso funzione del livello di concimazione e della dose di semina / Riso. 1978. V. 27. №2. P. 95-113.
273. Saballos 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.
274. Sarig S., Kapubini G., Nur I. Response of non-irrigated Sorghum bicolor of azospirillum inoculations / Expl. Agr. 1984. v. 20. P. 59-66.
275. Schaffert R.E., Gourley L.M. Sorghum as an energy source / International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics India. 1982. v. 6. P. 104-116.
276. Smith R.I., Schang C.S., Milan J.R. Responses of Sorghum and Pennisetum species to the N₂-fixing bacterium Azospirillum brasilense / Appl and environ. Microbiol. 1984. V. 47-56. P. 1331-1336.
277. Snowden J.D. Cultivated races of sorghum. London. 1936. 274 p.
278. Steiner J.L. Dryland grain sorghum water use, light interception, and growth responses to planting geometry / Agron. J. 1986. T. 78. №4. P. 720-726.
279. Sweet sorghum for sugar and biomass production in Louisiana/ [R.B. Ricaud, B. Cochran, A. Arceneaux, G. Newton at other]. Manuscript report from the St. Gabriel Experiment Station. 1979. 264 p.
280. Teetes G.L. Sorghum insect pest management / Sorghum in the eighties-ICRISAT: Patanchey, 1982. V. 1. P. 225-235.
281. The effects of nitrogen treatments, cultivars and harvest stages on stalk yield and sugar content in sweet sorghum [A. Almodares, M.R. Hadi, M. Ranjbar, R. Taheti at other] / Asian journal of plant sciences. 2007. № 6(2). P. 423-426.
282. Traore S., Lindquist J., Mason S. Comparative ecophysiology of grain sorghum and Abutilon theophrasti in monoculture and in mixture / Weed research. 2002. Vol. 42. № 1. P. 65-75.

283. Wachendorf M. Thermal use of agricultural biomass. BOVA course «Energy Crops and Biomass Production». Tartu, Estoniya. 2008. 212 p.
284. Wollny E. Untersuchungen uder den einfluss des Stanraunes auf die Entwicklung und die Ertage der Kulturplanzen / J.P. Landw. Jg. 29. Berlin, 1881. 184 p.
285. Xianjun N. Research of Data Mining Based on Neural Networks / World Academy of Science, Engineering and Technology. 2008. №39. P.381-384.
286. [Электронний ресурс] / Режим доступу: [ldni.sumy.ua>agroscience tazbyrannya-sorgo.php](http://ldni.sumy.ua/agroscience_tazbyrannya-sorgo.php)
287. [Электронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.activestudy.info/proisxozhdenie-sorgo-i-ego-rasprostranenie>
288. [Электронний ресурс] / Режим доступу: [Managing Sorghum for High Yields. A blueprint for doubling sorghum production by Dr Peter Wylie https://grdc.com.ua/uploads/documents/GRDS_Sorghum_HY.pdf](https://grdc.com.ua/uploads/documents/GRDS_Sorghum_HY.pdf)
289. [Электронний ресурс] /Режим доступу: [Болезни сорго.ogorodstvo.com.bolezni-rasteny/bolezni-sorrgo.htme](http://Bolezni.sorgo.ogorodstvo.com.bolezni-rasteny/bolezni-sorrgo.htme).

ДОДАТКИ

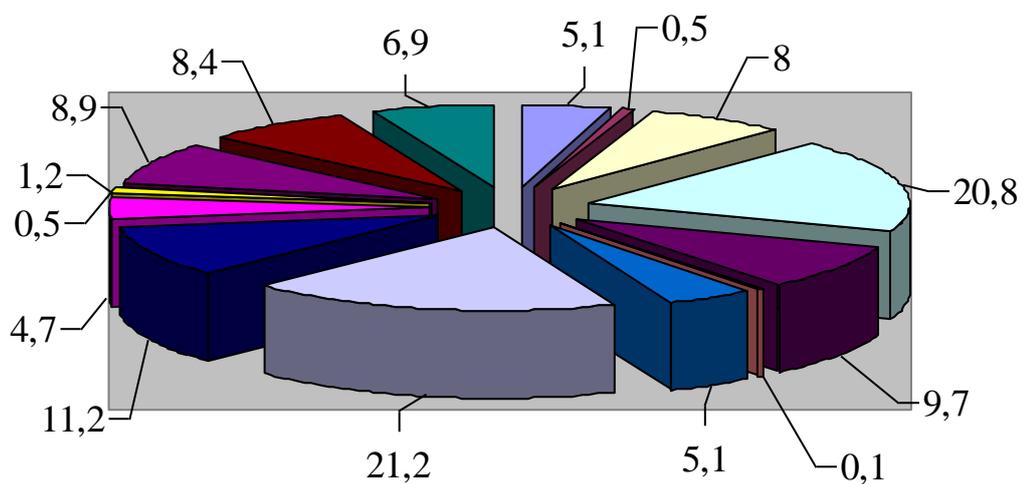
Додаток А1

Динаміка збиральної площі та врожайності зерна сорго в Україні



Додаток А2

**Збиральні площі зернового сорго за областями України за 2013 рік,
тис. га**



АР Крим	Вінницька	Дніпропетровська	Донецька
Запорізька	Київська	Кіровоградська	Луганська
Миколаївська	Одеська	Полтавська	Рівненська
Харківська	Херсонська	Черкаська	

Додаток Б1

**Середньомісячна температура повітря за 1976-2015 рр. за даними
метеорологічної станції м. Херсона, °С**

Рік	Місяць												За рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1976	-3	-7,1	0,8	11,3	14,2	18,2	20,1	18,5	15,4	6,3	3,6	0,7	8,3
1977	-5,8	3,5	3,8	9,6	15,5	18,4	21,1	20,3	14,4	8,2	7,2	-2,9	9,4
1978	-4	-0,7	4,8	9,6	14,1	18,5	20,4	19,6	16	10,5	4,9	-2,9	9,2
1979	-1,3	-1,8	4,6	8,8	19,3	22,1	20	21,6	16,8	7,5	4,1	2,1	10,3
1980	-4,4	-1,9	-0,1	8,4	13,9	18,6	21,7	19,8	14,9	10,6	5,1	2,3	9,1
1981	0	0,6	3,5	7,3	15	22,5	22,8	21,7	16,5	12,2	4,3	3,3	10,8
1982	-2,7	-3,5	2,3	8,6	16,2	18,9	19,9	21,7	17,9	9,5	4	3,5	9,7
1983	0,1	-0,6	3,6	11,9	18,1	19,7	21,8	20	17,5	9,7	2,4	-1,2	10,3
1984	1	-3,2	1,9	9,3	17,3	18,7	20,7	19,6	18,2	11,9	2,5	-3,1	9,6
1985	-4,2	-12,6	-3,5	9,8	17,9	18,4	20	22,6	14,4	8,4	2,8	-0,4	7,8
1986	0,4	-5,4	2,7	11,6	16,1	20,4	21,6	23,1	17	9,3	1,9	-2,2	9,7
1987	-8,3	-3,1	-5,3	5,8	14,8	19,5	23,2	19,2	15,5	8,8	4,5	-1,4	7,8
1988	-3	-1,1	3,6	9,6	15,3	19,8	23,6	22,1	16	8,8	-0,7	-1,3	9,4
1989	0,1	2,5	6,5	12,4	15,4	20,2	21,5	23,4	16,2	10,8	2,5	1,1	11,1
1990	0,1	2,6	6,9	10,6	14,9	19,2	22,1	20,8	15,4	9,9	8	0,6	10,9
1991	0,1	-4,6	2,1	10,1	14,7	21,2	24,4	21,5	16,7	12,3	3,9	-2,1	10,0
1992	-1,5	-2,1	4,4	8,8	14,6	19,5	21,7	24,9	15	10,2	4,5	-2,4	9,8
1993	-1,5	-1,6	2,2	8,8	16,3	18,7	20,4	21,3	15,3	10,5	-3,4	1,9	9,1
1994	1,9	-3,1	3,4	12	15,5	18,6	24	22,2	20,8	11,7	2,6	-1,4	10,7
1995	-2,3	3,6	4,6	9,6	15	22,2	23,6	21,5	16,5	10,1	2,2	-2,6	10,3
1996	-6,1	-3,5	-0,2	9,4	19	20,4	23,7	21,9	14	10,3	8,3	-1,3	9,7
1997	-6	-2,1	2,4	7,6	16,8	20,6	21,3	19,8	13,5	8,9	5,1	-0,3	9,0
1998	-0,9	0,4	2,9	12,2	16,1	21,2	23,6	22,2	17,2	11,1	1,5	-2,9	10,4
1999	0,1	1,7	5,2	11,3	13,4	23	25,7	22,5	17,5	10,2	2,1	3,4	11,3
2000	-3,2	0,7	3,7	13	15,9	19,7	22,4	22,7	14,9	10	5,6	3,1	10,7
2001	1,4	-0,1	5,2	11,4	14,4	18,6	26,5	23,9	17,3	10,8	4,7	-4,5	10,8
2002	-2,3	4,3	6,4	9,9	17,3	20,6	26,6	22,4	18,1	10,2	6,3	-6,3	11,1
2003	-2,6	-6,3	0,3	8,4	19,5	20,3	21,5	22,6	16	10,1	5,5	1,3	9,7
2004	-0,3	-0,3	5,3	10,2	14,9	18,6	22,6	21,4	17,1	10,8	5,5	2,5	10,7
2005	1,5	-2,1	1,5	10,8	17,9	19,6	23,3	23,3	19,1	10,7	4,5	1,9	11,0
2006	-7	-3,8	3,6	10,6	15,3	21,3	22,5	24,2	18	11,7	4,8	2,8	10,3
2007	3,8	-0,3	6	9,6	19,4	23,6	25,7	25,5	17,4	12,3	3	0,6	12,2
2008	-3,7	0,7	6,6	11,4	14,9	21,1	22,8	24,3	16,3	12	5,6	0,7	11,1
2009	-1,5	1,8	4,2	10,3	16	22,5	24,4	21,8	18,4	12,2	6,6	0,5	11,4
2010	-4,2	-0,9	3,4	10,8	17,5	22,6	24,7	26,1	17,8	7,9	10,5	1,6	11,5
2011	-2,8	-3,8	2,4	9,7	16,8	21,4	24,7	22,3	18,4	9,5	2,2	3,8	10,4
2012	-1,7	-7,4	2,5	13,2	20,8	23,4	26,6	23,6	19,1	14,7	6,6	-0,9	11,7
2013	-0,4	2,3	3,1	11,9	20,7	23	23,2	24,2	15,1	9,3	7,5	0,5	11,7
2014	-1,5	0,1	7,4	11,5	18,0	20,8	25,1	24,5	18,4	9,3	3,3	0,8	11,9
2015	-0,4	0,8	5,2	9,3	17,0	20,0	23,4	24,2	20,9	9,4	7,3	2,3	11,6
Серед. багатор.	-2,2	-1,8	3,3	10,0	16,0	19,9	21,9	21,3	16,4	9,8	4,4	1,9	10,8

Додаток Б2

**Кількість атмосферних опадів за 1976-2015 рр. за даними
метеорологічної станції м. Херсона, мм**

Рік	Місяць												За рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1976	36	2,5	26,2	16,6	13	55,1	51,2	105,2	95,2	5	21,1	42,9	470,0
1977	35,1	39,6	15,3	93	46,9	60,2	110,1	96,5	13	15,4	55,2	48,3	628,6
1978	13,6	56,6	54,1	51,1	48,5	49,8	75,6	16,1	67,1	26,6	12,9	36,1	508,1
1979	77,6	40,8	45,6	34,3	104,5	4,1	57,2	31	42	49,5	43,6	22,2	552,4
1980	43,6	10,3	87,9	72,6	52	61,4	3,7	27,7	58	51,9	60,8	25,2	555,1
1981	50,3	33,6	23,3	51,5	78,4	5,3	30,5	33,8	21,9	31,5	96,3	71,3	527,7
1982	16,5	14,8	21,3	36	16,6	65,1	125,4	26,6	16,6	45,2	7,9	18,1	410,1
1983	11,8	23,7	11,1	21,8	33,2	54,7	65,1	92,3	1,7	21,8	14,7	18	369,9
1984	36,4	41,4	44,5	62	7	27,2	24,7	73,8	9,5	35,2	63,8	12,6	438,1
1985	26,3	69,4	16,3	41,1	41,6	95,5	117,8	10,3	54,1	31,8	47,2	18,3	572,7
1986	66,7	36,7	1,5	36,7	35,9	46,8	34,3	2,7	7,3	65,6	2,5	43	379,7
1987	62,3	12,6	21,7	33,2	45,1	34	19,2	32,7	57,9	8,2	41,9	33,8	402,6
1988	13,3	15,7	49	44,3	45,4	70,6	86,8	4	118	57	47,3	48,6	600,0
1989	6,3	16,2	14,5	17,6	39	30,1	1	24,7	85	21,2	14,4	14,2	284,2
1990	19,9	36,2	3,4	34,4	40,6	23,6	97,3	15	61	24,7	14,6	59,3	430,0
1991	17,5	27,4	1,8	17,5	59	81,4	38,9	23,7	9,6	30,6	8,2	36,3	351,9
1992	12,9	29,2	23	5,5	35,3	61,4	34,2	0	31,6	55,1	54,2	13,1	355,5
1993	4,1	24	38,4	49,5	34	33,2	21,9	9,8	35,4	10,1	11	38,1	309,5
1994	12	3,7	21,6	68,7	28	44,5	1,8	79,7	5,2	9,8	33,2	16,7	324,9
1995	61,9	26,4	48,8	55	59,4	30,7	2,4	55,9	71,9	16,6	75,8	36,5	541,3
1996	23,5	42,3	23,3	24,2	27,4	16,7	11,5	25,4	107,9	7,8	30,3	51,7	392,0
1997	12,4	24	39,5	51,2	26,5	100,9	124,2	115,8	8	45,3	49,6	81,6	679,0
1998	32,9	18,6	46,1	25,6	143,3	74,9	19,8	13,8	21,7	25,4	61,8	12,7	496,6
1999	43,3	28,9	30,7	26,2	47,7	52,5	8,7	12,9	68,4	13,6	64,7	68,5	466,1
2000	28,4	25	27,7	31,2	20,8	67,1	93,1	38,9	120,2	7,1	13,2	15,7	488,4
2001	16,5	38,1	66,2	39,1	38	57,5	19	15,8	74,8	34,7	50	25,6	475,3
2002	10,2	22,3	48,7	11,7	7,1	62,9	38,6	18,2	38,9	72,6	40,8	9,9	381,9
2003	48,3	48,6	44,6	14	54,1	39,2	67,7	46,9	4,9	45,7	23,7	20,4	458,1
2004	59,6	32,9	14	13,1	96,8	54,3	101,9	120,3	20,5	42,8	47,7	52,6	656,5
2005	25,4	78,9	15,2	16,4	17,3	79,6	34,9	58,8	9,8	10,8	40,1	79,6	466,8
2006	20,4	12,4	71,9	8,2	47,1	62	5,9	39,5	19,5	6,4	25,9	2	321,2
2007	48,1	25,4	14,8	23,2	10,2	24	12,8	28,9	44,4	53,7	73,2	23,2	381,9
2008	13	7,8	46,2	62,3	29,7	38,1	137	0,6	83	29,4	22,1	3	472,2
2009	22,3	61,3	23,2	4,6	80,7	78,1	22,3	1	18,9	41,2	31,4	82,1	467,1
2010	72,4	69,3	14,8	11,2	61	77,3	39,4	30,1	66,9	133,7	42,3	67,7	686,1
2011	25,5	10,6	3,8	39,1	36,7	76,2	11	5,4	17,1	7	1	50,3	283,7
2012	70,8	18,7	25,6	5,9	39,6	20,1	40,2	79,2	1,6	27,6	7,1	33,5	369,9
2013	29,6	19,6	38,8	3,7	0,3	79,1	44,1	12,4	43,7	53,3	4	3,7	258,9
2014	40,6	9,6	15,0	29,5	38,2	64,4	19,4	20,7	43,0	34,2	21,5	12,8	348,9
2015	39,8	47,4	55,7	68,8	86,9	38,3	104,6	12,1	4,6	18,6	44,2	2,1	523,1
Серед. багаторіч.	33,0	31,0	26,0	33,0	42,0	45,0	49,0	38,0	40,0	28,0	36,0	28,1	463,7

Додаток В1

Характеристика досліджуваних гібридів сорго зернового

Сонцедар. Підвищений вміст крохмалю – до 75%, біле скловидне зерно. Ранньостиглий, незалежність від посушливих кліматичних умов. Напрямок використання: харчова промисловість - для виробництва борошна, круп, кондитерських виробів; сировина для виробництва етанолу, крохмалю та інше. Морфологічні особливості: стебло висотою 105-115 см; коефіцієнт кущення: середній – 2, максимальний – 4; листя широке, темно-зеленого кольору, може мати коричневі плями; волоть щільна, ніжка середня; зерно солом'яного кольору, скловидне. Біологія розвитку: період від сходів до цвітіння 50-55 днів; вегетаційний період 110-115 днів; гібрид стійкий до сажки, гельмінтоспоріозу, пліснявіння зерна, вилягання. Технологічні особливості: рекомендована ширина міжрядь 45-70 см; оптимальна норма висіву 160 тис. насінин на 1 га, або 5,6 кг на 1га (при масі 1000 насінин 35 г); інтенсивний ранньостиглий гібрид, можливе вирощування на зрошенні.

Прайм. Ультраранньостиглий гібрид для вирощування на всій території України. Відсутній танін у зерні. Незалежність від посушливих кліматичних умов. Стабільний попит на світовому ринку. Напрямок використання: фураж для ВРХ, свиней, птиці, риби, сировина для виробництва етанолу, крохмалю та ін. Морфологічні особливості: стебло висотою 100-110 см; коефіцієнт кущення: середній – 2, максимальний – 3; листя не широке, світло-зеленого кольору, може мати коричневі плями; волоть рихла, ніжка висока; зерно світло-коричневого кольору. Біологія розвитку: період від сходів до цвітіння 50-55 днів; вегетаційний період 110-115 днів; гібрид стійкий до сажки, гельмінтоспоріозу, пліснявіння зерна, вилягання. Технологічні особливості: рекомендована ширина міжрядь 45-70 см; оптимальна норма висіву 180 тис. насінин на 1 га, або 6,3 кг/га (при масі 1000 насінин 35 г); суперранній гібрид, який може висіватись на всій території України в пізні строки – червень місяць. Урожайність: потенційна 110 ц/га; середня в Україні 51-69 ц/га.

Додаток В2

Характеристика досліджуваних гібридів сорго зернового

Бургго. Високопластичний гібрид звичайного (зернового) сорго раннього строку досягання. Поєднує високий потенціал врожайності та стійкість до посухи. Придатний для вирощування в жорстких ґрунтово-кліматичних умовах. Напрямки використання: зерно, крохмаль, спирт. Вміст білка – 9,8 %. Вміст крохмалю – 73,4 %. Морфологічні особливості: стебло міцне, висотою 110-135 см.; коефіцієнт кущення: середній – 2, максимальний – 3; листя середнє, зеленого кольору. Волоть напіввідкрита, широка; ніжка довга, довжина волоті біля 30 см; зерно червоного кольору. Низький вміст таніну <0,1%. Біологія розвитку: період від сходів до цвітіння – 55 днів; вегетаційний період – 100-110 днів; гібрид стійкий до хвороб, пліснявіння зерна, вилягання. Технологічні особливості: рекомендована ширина міжрядь – 45-70 см; норма висіву розраховується з урахуванням запасів вологи в метровому шарі ґрунту та становить: мінімальна – 120 тис. шт./га, оптимальна – 160-180 тис. шт./га, максимальна – 200-220 тис. шт./га. Урожайність: потенційна 110 ц/га; середня в Україні 70-80 ц/га.

Спринт W. Висока ніжка у волоті полегшує збирання. Зерно біле. Відсутній танін. Стійкий до посухи. Стабільний попит на ринку. Напрям використання: фураж для ВРХ, свиней, птиці, риби, сировина для виробництва етанолу, крохмалю та інше. Морфологічні особливості: стебло міцне, висота 110-120 см; коефіцієнт кущення: середній – 2, максимальний – 4; листя не широке, світло-зеленого кольору, може мати коричневі плями; волоть не дуже щільна, ніжка висока; зерно білого кольору, без таніну. Біологія розвитку: період від сходів до цвітіння 55-60 днів вегетаційний період 115-125 днів; гібрид стійкий до хвороб, пліснявіння зерна, вилягання. Технологічні особливості: ширина міжрядь 45-70 см; оптимальна норма висіву 180 тис. насінин на 1 га, або 5,2 кг/га (при масі 1000 насінин 29 г); пластичний гібрид, може висіватись навіть на змитих та засолених ґрунтах. Урожайність: потенційна 120 ц/га, середня в Україні 55-82 ц/га.

Додаток В3

Характеристика досліджуваних гібридів сорго зернового

Даш Е. Ранньостиглий гібрид для вирощування на всій території України. Відсутній танін у зерні. Висока пластичність. Стійкий до посухи. Стабільний попит на світовому ринку. Напрямок використання: фураж для ВРХ, свиней, птиці, риби, сировина для виробництва етанолу, крохмалю та інше. Морфологічні особливості: стебло міцне, висота 100-115 см; коефіцієнт кущення: середній – 2, максимальний – 6; листя широке, темно-зеленого кольору, може мати коричневі плями; волоть щільна, ніжка середнього розміру; зерно червоне, без таніну. Біологія розвитку: період від сходів до цвітіння 50-55 днів; вегетаційний період 110-120 днів; гібрид стійкий до хвороб, пліснявіння зерна, вилягання. Технологічні особливості: рекомендована ширина міжрядь 45-70 см; оптимальна норма висіву 160 тис. шт. на 1 га, або 5 кг на 1га (при масі 1000 насінин 3 г); пластичний гібрид, який може висіватись навіть на змитих та засолених ґрунтах. Урожайність: потенційна 120 ц/га; середня в Україні 57-73 ц/га.

Таргга. Ранньостиглий гібрид для вирощування на всій території України. Відсутній танін у зерні. Низькі витрати при вирощуванні. Незалежність від посушливих кліматичних умов. Напрямок використання: фураж для ВРХ, свиней, птиці, риби, сировина для виробництва етанолу, крохмалю та інше. Морфологічні особливості: стебло висотою 100-110 см; коефіцієнт кущення: середній – 1-2, максимальний – 3; листя не широке, світло-зеленого кольору, може мати коричневі плями; волоть не щільна, ніжка – висока; зерно – коричневе, без таніну. Біологічні особливості: період від сходів до цвітіння 50-55 днів; вегетаційний період 105-115 днів; гібрид стійкий до хвороб, пліснявіння зерна, вилягання. Технологічні особливості: рекомендована ширина міжрядь 45-70 см; оптимальна норма висіву 180 тис. шт. на 1 га, або 5,6 кг на 1га (при масі 1000 насінин 31 г). Ранній гібрид, може висіватись на всій території України, в оптимальні строки – до 1 червня. Урожайність: потенційна 110 ц/га; середня в Україні 56 ц/га.

Додаток Д

**Висота рослин гібридів сорго зернового в залежності від густоти
стояння і строку сівби за роки проведення досліджень, см**

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор С)											
	100			140			180			220		
	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.
8-10 ⁰ С (фактор С)												
Сонцедар	76	80	86	80	83	86	86	92	95	83	97	96
Прайм	83	87	95	81	89	97	74	92	103	80	95	105
Бургго	77	82	93	74	89	95	74	94	102	78	97	103
Спринт W	73	78	88	79	84	90	80	90	98	82	95	98
Даш Е	64	71	84	65	77	87	70	82	95	68	88	97
Таргга	69	73	87	71	77	87	70	84	97	76	94	102
14-16 ⁰ С (фактор С)												
Сонцедар	56	60	64	67	73	67	71	76	69	73	79	74
Прайм	64	68	71	68	72	75	72	76	80	77	77	82
Бургго	69	71	75	66	72	78	68	75	80	68	78	84
Спринт W	70	73	74	73	75	77	71	76	78	69	78	80
Даш Е	58	65	70	65	69	75	66	72	77	65	76	78
Таргга	64	69	70	67	71	73	70	72	77	70	75	80

Додаток Е

**Кількість листків на 1 рослині гібридів сорго зернового
в залежності від густоти стояння і строку сівби
за роки проведення досліджень, шт.**

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор С)											
	100			140			180			220		
	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.
8-10 ⁰ С (фактор С)												
Сонцедар	13,6	13,8	14,1	12,4	13,5	13,9	12,0	12,7	13,1	12,0	12,2	12,5
Прайм	10,0	10,7	11,4	10,0	10,4	10,9	9,7	9,9	10,5	9,0	9,6	10,2
Бургго	9,7	10,5	11,9	9,7	10,0	11,5	9,0	10,2	11,1	8,0	9,5	10,7
Спринт W	12,6	12,8	13,2	12,3	12,6	13,0	11,3	12,1	12,7	10,7	11,4	12,0
Даш Е	12,0	13,2	13,8	12,0	12,8	13,7	11,7	12,8	13,3	11,0	12,4	13,0
Таргга	10,0	10,7	11,8	10,0	10,7	11,6	9,0	9,9	11,2	8,3	9,2	10,7
14-16 ⁰ С (фактор С)												
Сонцедар	12,8	12,2	13,1	10,5	11,1	12,0	10,5	10,7	11,1	10,0	10,0	12,8
Прайм	10,5	11,0	11,6	10,0	9,8	11,2	9,8	9,9	10,6	9,5	9,5	10,1
Бургго	10,0	10,5	10,8	9,8	9,5	10,7	9,0	9,4	9,7	9,0	9,9	9,5
Спринт W	12,3	12,4	12,7	12,2	12,6	12,4	12,1	11,9	12,2	11,3	10,7	11,6
Даш Е	12,5	12,6	13,0	12,0	12,4	12,6	11,8	12,0	12,1	10,5	11,5	11,8
Таргга	10,3	11,1	11,6	10,3	10,1	11,3	9,5	10,0	10,8	8,6	9,7	10,1

Додаток Ж

**Індекс листкової поверхні гібридів сорго зернового в залежності
від густоти стояння і строку сівби за роки проведення досліджень**

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор С)											
	100			140			180			220		
	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.
8-10⁰С (фактор С)												
Сонцедар	1,72	2,36	2,50	1,80	2,44	2,58	1,85	2,44	2,65	1,89	2,61	2,74
Прайм	1,24	1,80	1,69	1,40	1,91	1,75	1,54	2,15	1,90	1,49	2,22	2,07
Бургго	1,49	1,97	1,90	1,48	1,99	1,96	1,69	2,12	2,13	1,66	2,31	2,22
Спринт W	1,62	2,03	1,87	1,93	2,22	1,94	1,76	2,26	2,12	1,89	2,30	2,17
Даш Е	2,07	2,37	2,29	2,45	2,67	2,66	2,52	2,80	2,85	2,61	2,95	2,98
Таргга	1,91	2,14	2,05	2,07	2,20	2,15	2,32	2,25	2,25	2,33	2,36	2,30
14-16⁰С (фактор С)												
Сонцедар	1,09	1,67	1,90	1,13	1,84	1,92	1,28	1,98	1,99	1,34	2,10	2,02
Прайм	1,01	1,28	1,32	1,20	1,67	1,60	1,35	1,89	1,60	1,34	2,03	1,62
Бургго	1,42	1,59	1,30	1,53	1,84	1,70	1,46	1,90	1,72	1,45	1,97	1,74
Спринт W	1,35	1,50	1,32	1,52	1,60	1,36	1,58	1,65	1,36	1,45	1,86	1,40
Даш Е	1,61	2,15	1,84	1,60	2,20	2,01	1,96	2,32	2,05	1,94	2,36	2,05
Таргга	1,34	1,97	1,40	1,61	1,99	1,53	1,66	2,17	1,58	1,64	2,20	1,60

Додаток 3

Маса листків на 1 рослині гібридів сорго зернового в залежності від густоти стояння і строку сівби за роки проведення досліджень, г

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор С)											
	100			140			180			220		
	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.
8-10 ⁰ С (фактор С)												
Сонцедар	64	68	85	48	55	73	48	52	69	36	45	66
Прайм	60	63	67	42	46	61	40	45	56	38	42	51
Бургго	70	74	77	48	65	74	52	59	66	30	52	61
Спринт W	110	96	90	58	70	82	46	60	72	48	56	63
Даш Е	88	92	94	75	78	83	61	66	75	53	60	69
Таргга	72	73	70	65	71	70	60	67	68	50	57	63
14-16 ⁰ С (фактор С)												
Сонцедар	50	57	72	34	42	70	30	36	54	24	33	50
Прайм	34	42	45	30	36	43	26	32	40	30	32	37
Бургго	70	73	72	54	61	67	34	42	65	28	37	55
Спринт W	72	75	73	36	40	65	44	40	57	32	36	48
Даш Е	72	77	80	48	54	75	40	48	68	36	42	60
Таргга	40	51	60	26	46	57	24	28	52	22	26	43

Додаток И

Маса стебла на 1 рослині гібридів сорго зернового в залежності від густоти стояння і строку сівби за роки проведення досліджень, г

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор С)											
	100			140			180			220		
	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.
8-10 ⁰ С (фактор С)												
Сонцедар	63	60	71	46	43	50	46	40	51	36	33	39
Прайм	80	72	87	62	60	66	60	52	65	42	40	44
Бургго	81	74	85	72	70	72	66	61	69	62	53	68
Спринт W	154	120	141	84	81	87	80	83	83	82	80	85
Даш Е	96	83	101	78	72	84	65	60	69	56	53	61
Таргга	85	84	92	69	64	70	62	57	64	57	51	59
14-16 ⁰ С (фактор С)												
Сонцедар	62	57	65	34	31	37	36	34	39	26	24	30
Прайм	36	33	42	32	32	36	28	26	33	26	23	29
Бургго	66	50	65	50	60	53	44	39	46	28	26	31
Спринт W	60	64	61	46	44	50	52	43	55	36	32	40
Даш Е	70	66	70	46	43	52	36	36	40	36	25	35
Таргга	60	55	61	32	30	36	30	29	34	32	30	35

Додаток К

Маса коренів на 1 рослині гібридів сорго зернового в залежності від густоти стояння і строку сівби за роки проведення досліджень, г

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор С)											
	100			140			180			220		
	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.
8-10 ⁰ С (фактор С)												
Сонцедар	92	86	103	66	66	64	58	55	60	52	50	57
Прайм	96	90	101	60	57	65	59	59	63	41	41	55
Бургго	99	92	103	84	80	91	90	73	90	42	59	53
Спринт W	148	124	141	108	97	106	84	80	89	70	61	71
Даш Е	94	92	112	80	90	92	76	73	81	71	67	74
Таргга	86	80	98	74	78	84	70	64	73	57	57	68
14-16 ⁰ С (фактор С)												
Сонцедар	70	61	74	64	60	69	40	51	61	26	44	58
Прайм	42	37	51	38	35	41	34	33	40	18	26	35
Бургго	80	70	87	46	44	58	32	40	57	26	36	50
Спринт W	62	55	69	32	32	59	28	32	55	22	30	51
Даш Е	70	68	75	44	64	71	32	50	67	30	48	63
Таргга	32	30	41	28	27	40	26	26	37	24	25	36

Додаток Л

**Коефіцієнт кущистості гібридів сорго зернового в залежності
від густоти стояння і строку сівби за роки проведення досліджень**

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор С)											
	100			140			180			220		
	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.
8-10 ⁰ С (фактор С)												
Сонцедар	3,0	2,7	3,0	2,3	2,3	2,7	2,3	1,7	2,3	1,7	1,7	1,7
Прайм	2,7	2,0	2,3	2,0	1,7	2,0	1,3	1,0	1,3	1,0	1,0	1,0
Бургго	2,7	2,3	2,7	2,7	2,3	2,7	2,0	1,7	2,3	2,0	1,7	2,0
Спринт W	2,6	2,0	2,3	2,0	1,7	2,0	1,3	1,0	1,7	1,3	1,0	1,7
Даш Е	3,0	3,0	3,3	3,7	3,0	3,3	2,3	2,0	2,3	2,0	2,0	2,3
Таргга	2,6	2,3	2,6	3,0	2,3	2,7	2,3	1,7	2,0	2,0	1,3	1,7
14-16 ⁰ С (фактор С)												
Сонцедар	2,7	2,0	2,7	2,0	1,7	2,0	2,0	1,7	2,0	1,7	1,3	1,7
Прайм	2,7	1,7	2,3	2,0	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0	1,0
Бургго	2,0	2,0	2,8	2,0	1,7	2,0	2,0	1,3	2,0	1,3	1,0	1,3
Спринт W	1,7	1,3	1,7	1,3	1,3	1,7	1,3	1,0	1,3	1,0	1,0	1,0
Даш Е	3,0	2,3	2,7	2,3	2,0	2,0	2,0	1,7	2,0	1,7	1,3	1,7
Таргга	2,7	2,0	2,3	2,0	1,7	1,7	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0	1,3

Додаток М

**Довжина волоті гібридів сорго зернового в залежності від густоти
стояння і строку сівби за роки проведення досліджень, см**

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор С)											
	100			140			180			220		
	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.
8-10 ⁰ С (фактор С)												
Сонцедар	25	24	31	24	22	27	19	22	24	22	23	26
Прайм	20	22	27	20	23	25	18	21	22	12	19	20
Бургго	22	23	29	23	24	26	20	24	20	16	19	21
Спринт W	-	20	28	-	19	29	-	20	28	-	20	23
Даш Е	25	21	26	25	20	26	21	20	27	17	16	24
Таргга	22	22	23	20	20	21	21	20	19	18	17	16
14-16 ⁰ С (фактор С)												
Сонцедар	18	23	26	-	24	22	-	22	17	-	24	12
Прайм	18	23	22	15	24	19	-	21	17	-	20	13
Бургго	17	23	18	18	20	18	13	20	16	13	17	14
Спринт W	-	23	21	-	19	23	-	21	17	-	19	18
Даш Е	11	24	23	15	22	19	13	18	18	16	18	19
Таргга	15	20	21	14	22	22	19	20	18	10	21	15

Додаток Н

**Власна маса 1 волоті гібридів сорго зернового в залежності
від густоти стояння і строку сівби за роки проведення досліджень, г**

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор С)											
	100			140			180			220		
	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.
8-10 ⁰ С (фактор С)												
Сонцедар	4,8	3,8	12,4	3,8	3,2	8,2	3,0	2,8	3,4	2,6	2,4	3,4
Прайм	2,2	2,2	6,6	2,4	3,0	4,6	2,0	2,0	5,0	1,2	1,6	3,2
Бургго	3,2	3,2	6,8	3,6	3,4	5,8	2,2	3,2	3,6	1,4	1,8	2,2
Спринт W	-	2,6	7,4	-	1,8	9,4	-	1,8	5,6	-	2,0	4,8
Даш Е	6,3	3,2	5,6	4,6	3,0	6,4	2,6	3,0	7,4	2,8	1,8	4,6
Таргга	3,2	3,0	4,8	2,6	2,9	3,6	3,2	3,1	2,4	1,6	1,6	1,6
14-16 ⁰ С (фактор С)												
Сонцедар	2,4	2,2	3,8	-	2,4	3,2	-	2,0	2,8	-	2,0	2,4
Прайм	2,6	1,5	2,2	1,4	2,2	3,0	-	1,8	2,0	-	1,4	1,6
Бургго	1,6	1,8	3,2	1,0	1,6	3,4	1,2	1,4	3,2	1,2	1,0	1,8
Спринт W	-	2,4	2,6	-	1,2	1,8	-	2,0	1,8	-	1,0	2,0
Даш Е	4,4	4,0	3,2	2,2	2,4	3,0	1,5	1,6	3,0	2,0	1,5	1,8
Таргга	1,6	3,6	-	1,2	2,0	-	1,8	2,3	-	0,5	1,8	-

Додаток О

**Маса зерна в 1 волоті гібридів сорго зернового в залежності
від густоти стояння і строку сівби за роки проведення досліджень, г**

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор С)											
	100			140			180			220		
	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.
8-10⁰С (фактор С)												
Сонцедар	21,1	20,1	26,1	17,9	17,5	25,0	17,6	15,0	22,0	17,0	14,9	19,1
Прайм	16,3	12,4	19,6	16,4	14,0	18,0	16,2	14,8	17,0	15,8	13,4	16,8
Бургго	16,8	17,2	20,4	18,3	16,9	20,1	17,5	17,2	19,0	17,0	15,3	17,2
Спринт W	-	14,2	19,9	-	15,0	19,3	-	16,0	18,1	-	15,7	17,0
Даш Е	19,3	18,1	22,1	19,0	15,8	21,5	18,4	15,1	20,1	18,2	16,3	19,1
Таргга	18,1	19,5	21,2	17,9	16,2	20,1	17,5	15,4	18,8	17,0	14,2	17,5
14-16⁰С (фактор С)												
Сонцедар	16,9	15,7	20,0	-	15,6	19,5	-	15,7	19,3	-	15,8	19,1
Прайм	16,0	16,6	18,7	15,4	15,4	18,0	-	15,3	17,5	-	15,8	17,2
Бургго	17,2	20,4	21,1	15,6	20,1	20,6	14,5	15,0	19,1	14,2	14,2	16,5
Спринт W	-	14,2	17,5	-	14,2	17,0	-	13,2	16,6	-	13,2	16,2
Даш Е	17,9	18,8	21,8	17,5	18,6	20,4	17,2	18,1	19,2	17,0	15,9	18,8
Таргга	17,4	18,4	19,2	16,6	15,2	18,5	16,5	15,4	18,1	15,1	16,5	15,9

Додаток II

**Показник M_{1000} гібридів сорго зернового в залежності
від густоти стояння і строку сівби за роки проведення досліджень, г**

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор С)											
	100			140			180			220		
	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.
8-10 ⁰ С (фактор С)												
Сонцедар	39	36	94	20	34	86	19	25	37	18	20	27
Прайм	17	21	58	15	33	49	9	26	42	7	17	27
Бургго	28	31	72	27	43	54	17	31	29	10	20	27
Спринт W	-	26	63	-	17	46	-	17	36	-	22	25
Даш Е	35	34	67	30	28	68	21	30	72	14	19	37
Таргга	31	38	46	25	36	46	26	29	38	17	21	23
14-16 ⁰ С (фактор С)												
Сонцедар	26	21	33	-	22	25	-	17	21	-	18	10
Прайм	12	20	21	9	31	20	-	22	7	-	17	5
Бургго	14	28	17	10	21	21	7	15	11	9	13	9
Спринт W	-	25	18	-	15	14	-	12	9	-	14	6
Даш Е	18	44	37	18	24	33	15	33	25	16	22	19
Таргга	18	40	20	12	26	15	16	27	11	11	21	4

Додаток Р

**Урожайність кондиційного зерна гібридів сорго зернового
(14% вологість і 100% чистота) в залежності від густоти стояння
і строку сівби за роки проведення досліджень, т/га**

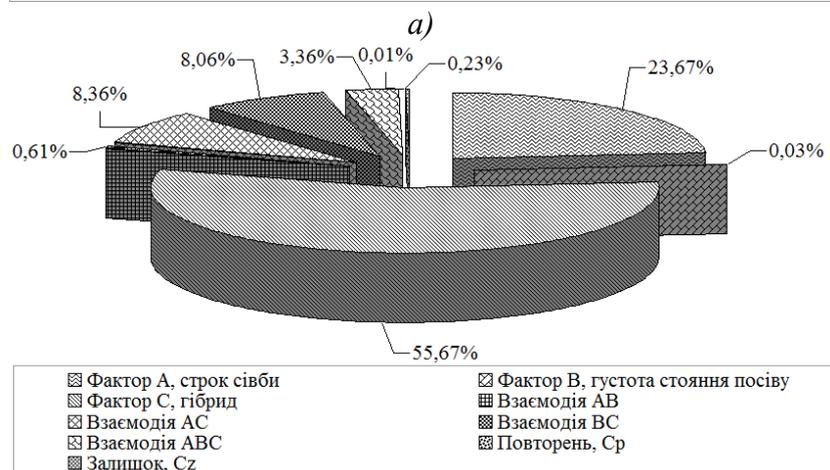
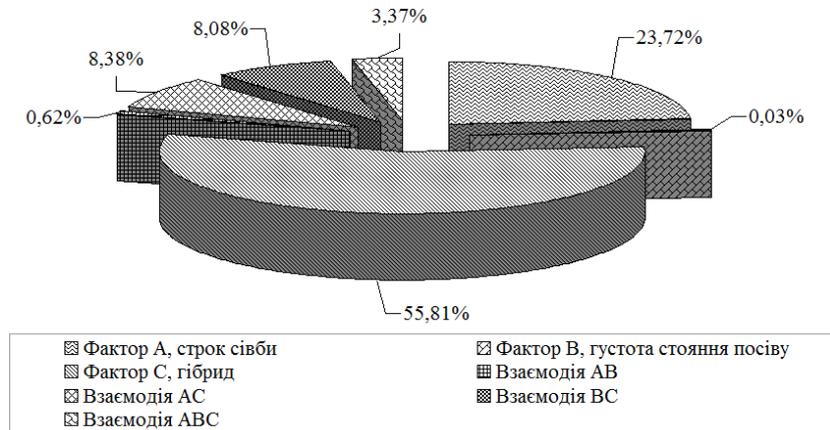
Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор С)											
	100			140			180			220		
	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.
8-10 ⁰ С (фактор С)												
Сонцедар	3,9	3,6	9,4	2,8	4,8	12,0	3,4	4,5	6,7	3,9	4,5	5,9
Прайм	1,7	2,1	5,8	2,1	4,6	6,7	1,6	4,6	7,6	1,7	3,8	6,0
Бургго	2,8	3,1	7,2	3,8	5,1	7,6	3,0	5,7	5,2	2,6	4,3	6,0
Спринт W	-	2,6	6,3	-	2,4	6,4	-	3,1	6,4	-	4,9	5,5
Даш Е	3,5	3,4	6,7	4,1	5,0	9,6	3,8	5,4	10,9	3,4	4,3	8,1
Таргга	3,1	3,8	4,6	3,5	5,0	6,4	4,8	5,2	6,8	4,1	4,6	5,0
14-16 ⁰ С (фактор С)												
Сонцедар	2,6	2,1	3,3	-	3,1	3,5	-	3,1	3,8	-	4,0	2,2
Прайм	1,2	2,0	2,1	1,2	3,3	2,8	-	3,9	1,2	-	3,7	1,1
Бургго	1,4	2,8	1,7	1,3	3,0	2,9	1,2	2,6	2,0	2,1	2,9	1,9
Спринт W	-	2,5	1,8	-	2,2	2,0	-	2,2	1,6	-	3,1	1,3
Даш Е	1,8	4,4	3,7	2,5	3,4	4,7	2,7	4,6	4,6	2,8	4,8	4,3
Таргга	1,8	4,0	2,0	2,1	3,7	2,1	2,8	4,9	1,9	1,3	4,7	1,9

Додаток С1

Вплив досліджуваних факторів та їх взаємодія на врожайність гібридів сорго зернового за результатами дисперсійного аналізу (2013 рік):

а) факторна сума; б) загальна сума

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t	НІР ₀₅	% -ий внесок у факторну суму квадр.	% -ий внесок у загальну суму квадр.
				факт.	теор.				
Загальна, Су	40181,32	191	—	—	—	—	—	—	—
Факторна, Сх	40083,36	47	—	—	—	—	—	—	—
Фактор А, строк сівби	9509,07	1	9509,070	14208,62	3,9	—	0,61	23,72%	23,67%
Фактор В, густина стояння посіву	12,60	3	4,201	6,28	2,66	—	0,65	0,03%	0,03%
Фактор С, гібрид	22369,07	5	4473,813	6684,85	2,27	—	0,72	55,81%	55,67%
Взаємодія АВ	247,11	3	82,370	123,08	2,66	—	0,72	0,62%	0,61%
Взаємодія АС	3358,12	5	671,624	1003,55	2,27	—	0,80	8,38%	8,36%
Взаємодія ВС	3237,09	15	215,806	322,46	1,73	—	0,93	8,08%	8,06%
Взаємодія АВС	1350,30	15	90,020	134,51	1,73	—	1,13	3,37%	3,36%
Повторень, Ср	3,60	3	—	—	—	—	—	—	0,01%
Залишок, Cz	94,36	141	0,669	—	—	1,960	—	—	0,23%



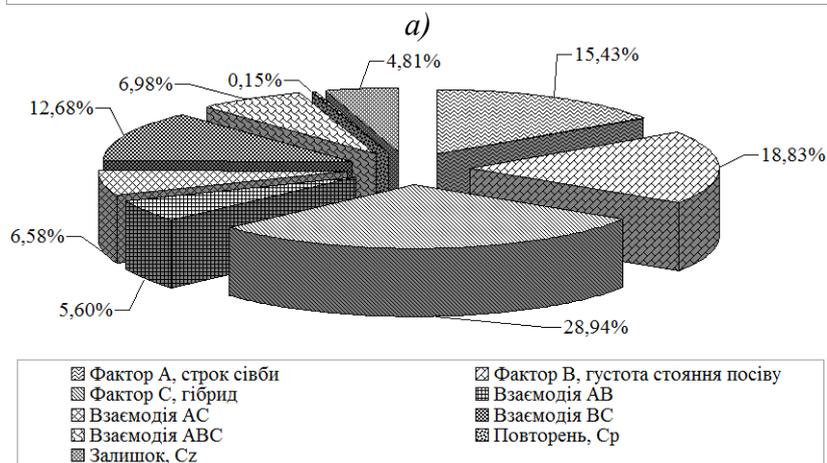
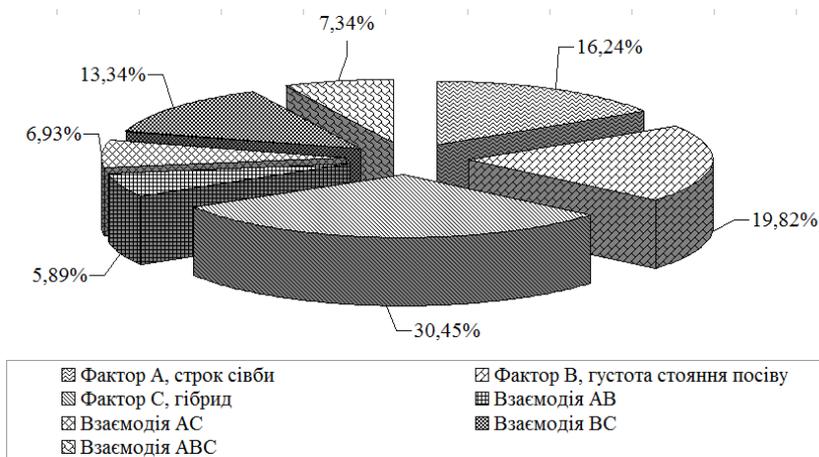
б)

Додаток С2

Вплив досліджуваних факторів та їх взаємодія на врожайність гібридів сорго зернового за результатами дисперсійного аналізу (2014 рік):

а) факторна сума; б) загальна сума

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t	HP ₀₅	% -ий внесок у факторну суму квадр.	% -ий внесок у загальну суму квадр
				факт.	теор.				
Загальна, Су	20634,16	191	—	—	—	—	—	—	—
Факторна, Сх	19611,60	47	—	—	—	—	—	—	—
Фактор А, строк сівби	3184,21	1	3184,206	452,73	3,9	—	1,96	16,24%	15,43%
Фактор В, густина стояння посіву	3886,10	3	1295,368	184,17	2,66	—	2,12	19,82%	18,83%
Фактор С, гібрид	5972,21	5	1194,442	169,82	2,27	—	2,32	30,45%	28,94%
Взаємодія АВ	1154,78	3	384,925	54,73	2,66	—	2,32	5,89%	5,60%
Взаємодія АС	1358,29	5	271,659	38,62	2,27	—	2,60	6,93%	6,58%
Взаємодія ВС	2616,68	15	174,445	24,80	1,73	—	3,00	13,34%	12,68%
Взаємодія АВС	1439,33	15	95,955	13,64	1,73	—	3,68	7,34%	6,98%
Повторень, Ср	30,86	3	—	—	—	—	—	—	0,15%
Залишок, Cz	991,71	141	7,033	—	—	1,960	—	—	4,81%



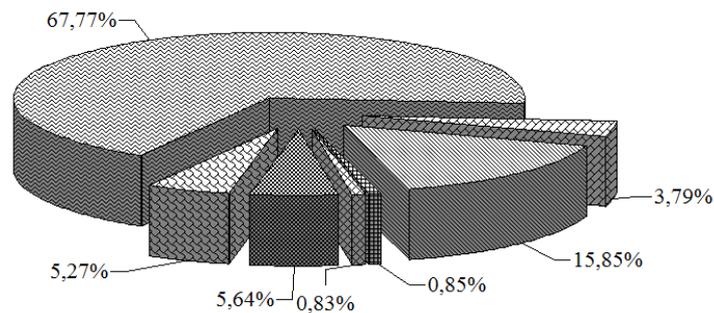
б)

Додаток С3

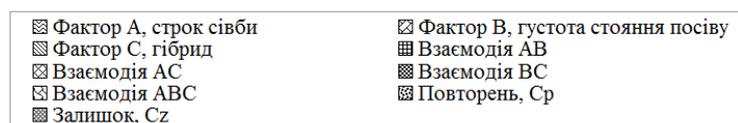
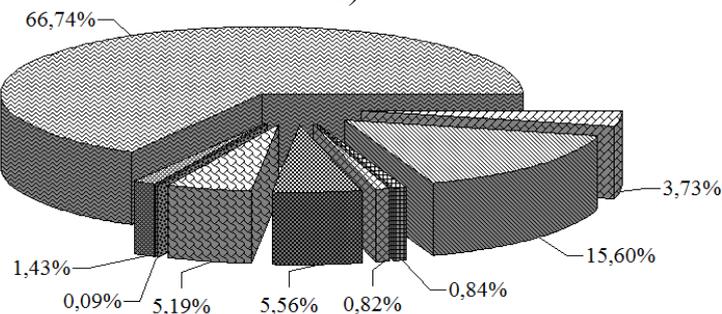
Вплив досліджуваних факторів та їх взаємодія на врожайність гібридів сорго зернового за результатами дисперсійного аналізу (2015 рік):

а) факторна сума; б) загальна сума

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t	НІР ₀₅	% -ий внесок у факторну суму квадр.	% -ий внесок у загальну суму квадр.
				факт.	теор.				
Загальна, Су	154625,16	191	—	—	—	—	—	—	—
Факторна, Сх	152266,61	47	—	—	—	—	—	—	—
Фактор А, строк сівби	103193,65	1	103193,653	6563,32	3,9	—	2,94	67,77%	66,74%
Фактор В, густина стояння посіву	5772,04	3	1924,012	122,37	2,66	—	3,17	3,79%	3,73%
Фактор С, гібрид	24129,12	5	4825,825	306,93	2,27	—	3,48	15,85%	15,60%
Взаємодія АВ	1295,55	3	431,850	27,47	2,66	—	3,48	0,85%	0,84%
Взаємодія АС	1266,90	5	253,380	16,12	2,27	—	3,89	0,83%	0,82%
Взаємодія ВС	8591,32	15	572,755	36,43	1,73	—	4,49	5,64%	5,56%
Взаємодія АВС	8018,03	15	534,535	34,00	1,73	—	5,50	5,27%	5,19%
Повторень, Ср	141,64	3	—	—	—	—	—	—	0,09%
Залишок, Cz	2216,91	141	15,723	—	—	1,960	—	—	1,43%



а)

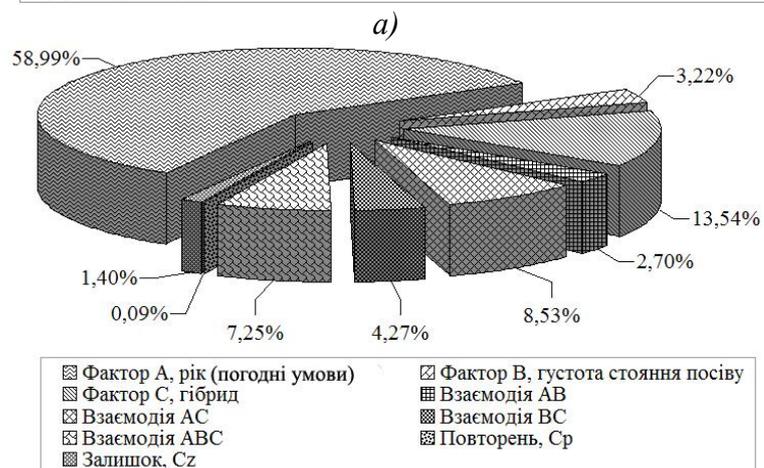
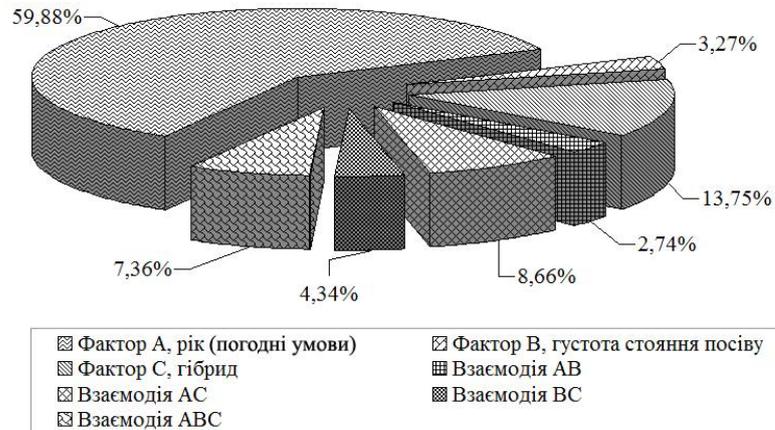


б)

Додаток С4

Вплив досліджуваних факторів та їх взаємодія на врожайність гібридів сорго зернового при ранньому строку сівби за результатами дисперсійного аналізу: а) факторна сума; б) загальна сума

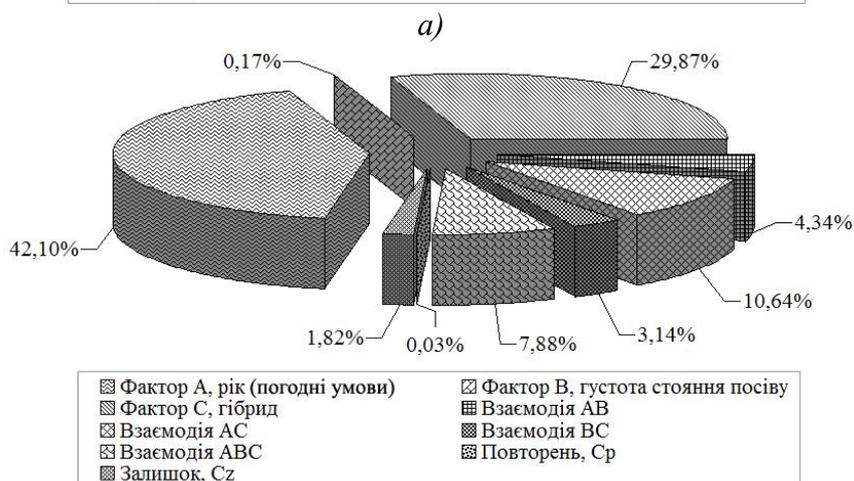
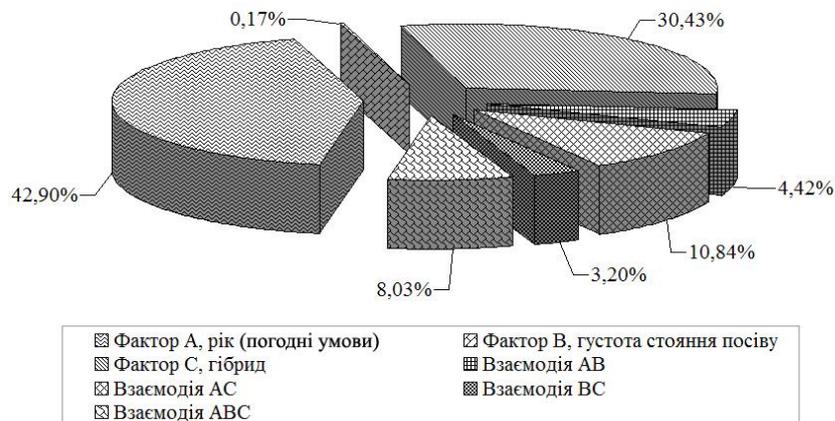
Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t	НІР ₀₅	% -ий внесок у факторну суму квадр.	% -ий внесок у загальну суму квадр.
				факт.	теор.				
Загальна, Су	169208,56	287	—	—	—	—	—	—	—
Факторна, Сх	166692,90	71	—	—	—	—	—	—	—
Фактор А, рік	99819,22	2	49909,608	4484,85	3,01	—	2,47	59,88%	58,99%
Фактор В, густина стояння посіву	5444,41	3	1814,803	163,08	2,65	—	2,56	3,27%	3,22%
Фактор С, гібрид	22915,67	5	4583,134	411,84	2,26	—	2,79	13,75%	13,54%
Взаємодія АВ	4574,49	6	762,415	68,51	2,14	—	2,92	2,74%	2,70%
Взаємодія АС	14431,54	10	1443,154	129,68	1,88	—	3,27	8,66%	8,53%
Взаємодія ВС	7232,86	15	482,190	43,33	1,72	—	3,49	4,34%	4,27%
Взаємодія АВС	12274,71	30	409,157	36,77	1,62	—	4,62	7,36%	7,25%
Повторень, Ср	145,29	3	—	—	—	—	—	—	0,09%
Залишок, Cz	2370,37	213	11,128	—	—	1,960	—	—	1,40%



Додаток С5

Вплив досліджуваних факторів та їх взаємодія на врожайність гібридів сорго зернового при пізньому строку сівби за результатами дисперсійного аналізу: а) факторна сума; б) загальна сума

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t	НІР ₀₅	% -ий внесок у факторну суму квадр.	% -ий внесок у загальну суму квадр.
				факт.	теор.				
Загальна, Су	52100,88	287	—	—	—	—	—	—	—
Факторна, Сх	51137,46	71	—	—	—	—	—	—	—
Фактор А, рік	21936,51	2	10968,25 3	2466,90	3,01	—	1,56	42,90%	42,10%
Фактор В, густина стояння посіву	87,61	3	29,203	6,57	2,65	—	1,62	0,17%	0,17%
Фактор С, гібрид	15561,85	5	3112,371	700,01	2,26	—	1,76	30,43%	29,87%
Взаємодія АВ	2261,67	6	376,945	84,78	2,14	—	1,85	4,42%	4,34%
Взаємодія АС	5544,65	10	554,465	124,71	1,88	—	2,07	10,84%	10,64%
Взаємодія ВС	1637,11	15	109,141	24,55	1,72	—	2,21	3,20%	3,14%
Взаємодія АВС	4108,06	30	136,935	30,80	1,62	—	2,92	8,03%	7,88%
Повторень, Ср	16,38	3	—	—	—	—	—	—	0,03%
Залишок, Cz	947,03	213	4,446	—	—	1,960	—	—	1,82%



Додаток Т1

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА вирощування і збирання с.-г. культури (проектна технологія)																		
Ранній строк сівби																		
ДВНЗ "Херсонський державний аграрний університет"																		
															продукція			
Культура															Сорго зернове без зрошення		Урожайність	
Попередник																	а) початково-оприбутков	
Площа, га															1		б) в вазі після доробки	
Група поля															3		Валовий збір після доробки	
Клас ґрунту															6			
															основна		побічна	
															69,1			
															66,9			
															67			
Назва технологічної операції	Орієнт. початок робіт, д/міс	Одиниця виміру	Обсяг робіт			Склад агрегату			Обслуговуючий персонал						зм. норма виробітку			
			фіз.од	умов.е т.га	марка трактору	машина	к-ть	трактористи			робочі			в умов. ет.га	в фіз.од			
								к-ть	т.розр.	т.ставка	к-ть	т.розр.	т.ставка					
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
Лущення стерні	1.VIII	га	1	0,2	ХТЗ-17201	БДВ-7	1	1	5	83,95				10,5	59,8			
Підвезення добрив (10 км)	2.VIII	т	59	0,0	ЗЛ-130		1	1							42			
Внесення гран. супер., 2,5 ц/га	2.VIII	га	1	0,2	МТЗ-80	НРУ-0,5	1	1	5	83,95				10,5	63,9			
Внесення сульф.амонію, 1,5 ц/га	2.VIII	га	1	0,2	МТЗ-80	НРУ-0,5	1	1	5	83,95				10,5	51,2			
Оранка, 23-25 см	2.VIII	га	1	2,6	ХТЗ-17201	ПЛН-5-35	1	1	6	97,5				17,22	6,5			
Ранньовесняне боронування	3.III	га	1	0,2	МТЗ-80	СТ-8, БЗТС-1	1	1	5	83,95				17,22	75,9			
Культивація I (5-7 см)	1.IV	га	1	0,6	МТЗ-80	КПС-4	2	1	5	83,95				17,22	28,7			
Внесення ам. селітра (N ₃₀)	3.IV	га	1	0,2	МТЗ-80	НРУ-0,5	1	1	5	83,95				10,5	63,9			
Передпосівна культивация (3-4 см)	3.IV	га	1	0,6	МТЗ-80	КПС-4	1	1	5	83,95				17,22	30,6			
Сівба сорго з внесенням 50 кг/га суперфос.	3.IV	га	1	0,4	МТЗ-82	Веста-8	1	1	5	83,95	1	4	62,48	5,1	13,9			
Прикочування посіву	3.IV	га	1	0,1	МТЗ-80	ЗККШ-6	1	1	2	59,04				4,9	46,1			
Боронування сходів	1.V	га	1	0,2	МТЗ-80	СТ-8, БЗТС-1	1	1	5	83,95				17,22	75,9			
Внесення Лонтрел 1,5 л, Децис 0,3 л/га	3.V	га	1	0,1	МТЗ-80	ОП-2000	1	1	6	97,5				4,4	36,1			
Культивація міжрядь	3.V	га	1	0,3	МТЗ-80	КРН-4,2	1	1	4	73,12				5,1	14,6			
Внесення Децис 0,3 л/га	3.V	га	1	0,1	МТЗ-80	ОП-2000	1	1	6	97,5				4,4	36,1			
Десикація Реглон 2,0 л/га	3.V	га	1	0,1	МТЗ-80	ОП-2000	1	1	6	97,5				4,4	36,1			
Збирання урожаю	3.IX	га	1	0,0	ДОН-1500		1	1	6	97,5					22,6			
Транспортув. зерна на тік	3.IX	т	69	0,0	ЗЛ-130		1	1							42			
Очистка зерна	3.IX	т	7	0,0	3 КВт	ОВС-10	1	1	4	73,12	1	4	62,48		83			
Разом по технології				6,2														
Амортизаційні відрахування і затрати на поточний ремонт																		
Склад фонду оплати праці з нарахуваннями, грн.																		
Амортизація всього 173																		
1. Трактори заг. признач. 74																		
2. Спец. машини: 79																		
ОВС-10 79																		
3. Комбайни 20																		
ДОН-1500 20																		
4. Будівлі та споруди 104																		
Поточний ремонт 104																		
1. Трактори заг. признач. 44																		
2. Спец. машини: 47																		
ОВС-10 47																		
3. Комбайни 12																		
ДОН-1500 12																		
4. Будівлі та споруди 277																		
Утримання основних засобів 277																		

Додаток Т1(продовження)

к-ть нормозмін		затрати		пряма оплата праці на весь обсяг робіт					ПММ			транспорт		Матеріали			Всього
тракт-тів	Інших	праці люд-год	тарифний фонд			доплати	Разом	На од. роботи	На обсяг роботи	Вартість	К-ть	Вартість	Найменування	К-ть	Вартість		
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
0,02	0,00	0,1	1,40	0,00	1,40	0,43	1,83	7,00	0,06	90						91	
1,40	0,00	9,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	350	805				805	
0,02	0,00	0,1	1,31	0,00	1,31	0,40	1,71	1,84	0,02	24			Гран.супер	0,25	1438	25	
0,02	0,00	0,1	1,64	0,00	1,64	0,50	2,14	2,34	0,02	30			Сульф.амонію	0,15	1020	32	
0,15	0,00	1,1	15,00	0,00	15,00	4,55	19,55	22,10	0,18	283						302	
0,01	0,00	0,1	1,11	0,00	1,11	0,34	1,44	1,80	0,01	23						24	
0,03	0,00	0,2	2,93	0,00	2,93	0,89	3,81	5,10	0,04	65						69	
0,02	0,00	0,1	1,31	0,00	1,31	0,00	1,31	1,84	0,02	24			Ам.селітра	0,11	792	25	
0,03	0,00	0,2	2,74	0,00	2,74	0,83	3,57	7,60	0,06	97			Насіння	0,05	600	101	
0,07	0,07	1,0	6,04	4,49	10,53	4,64	15,17	4,40	0,04	56						71	
0,02	0,00	0,2	1,28	0,00	1,28	0,23	1,52	2,10	0,02	27						28	
0,01	0,00	0,1	1,11	0,00	1,11	0,34	1,44	1,80	0,01	23						24	
0,03	0,00	0,2	2,70	0,00	2,70	1,84	4,55	1,05	0,01	13			Лонтрел	1,5	228	18	
0,07	0,00	0,5	5,01	0,00	5,01	0,92	5,92	4,40	0,04	56			Деїс	0,3	86	62	
0,03	0,00	0,2	2,70	0,00	2,70	0,00	2,70	1,05	0,01	13			Деїс	0,3	86	16	
0,03	0,00	0,2	2,70	0,00	2,70	0,00	2,70	1,05	0,01	13			Реґлон	2	430	446	
0,04	0,00	0,3	4,31	0,00	4,31	3,90	8,21	10,20	0,08	130						139	
1,64	0,00	11,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	350	805				805	
0,08	0,08	1,1	5,89	5,04	10,93	8,05	18,98	3,00	0,17	257			Ел.енерґія	18,58	18	276	
3,7	0,2	27,2	59,2	9,5	240,5	27,8	96,6		0,8	1224,3		1610,0			4696,5	3360,8	

Склад і структура всіх витрат, грн		на 1 га	на 1 ц	Економічна ефективність	
1. Затрати праці, люд-год		27	0,41	1. Урожайність, т/га	6,7
2. Затрати минулих років		-	-	2. Вартість продукції, грн/га	21742,50
3. Оплата праці		545	8,15	3. Виробничі витрати грн/га	8977,46
4. Паливно-маст. матеріали		1224	18,30	4. Собівартість 1 т, грн.	1341,92
5. Насіння та розсада		600	8,97	5. Прибуток грн/га	12765,04
6. Добрива		3250	48,57	6. Рівень рентабельності, %	142,2
7. Засоби захисту рослин		829	12,39	7. Затрати праці, люд-год/га	0,27
8. Транспорт		1610	24,07	8. Продуктивність праці, грн. ВП/люд-год	799,01
9. Утримання осн.засобів		277	4,14		
10. Меліоративні витрати		0	0,00		
11. Страхові платежі		0	0,00		
12. Інші прямі витрати		18	0,27		
13. Разом прямих витрат		8353	124,86		
14. Витрати на орг-ю і упр-ня		625	9,34		
15. Плата за оренду земпаїв		0	0,00		
16. Фіксований податок		0	0,00		
17. Всього витрат з накл.витр.		8977	134,19		

Додаток Т2

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА вирощування і збирання с.-г. культури (проектна технологія)																		
Пізній строк сівби																		
ДВНЗ "Херсонський державний аграрний університет"																		
															продукція			
Культура															Сорго зернове без зрошення		Урожайність	
Попередник																	а) початково-оприбутков	
Площа, га															1		б) в вазі після доробки	
Група поля															3		Валовий збір після доробки	
Клас ґрунту															6		40	
Назва технологічної операції	Орієнт. початок робіт, д/міс	Одиниця виміру	Обсяг робіт		Склад агрегату			Обслуговуючий персонал						зм. норма виробітку				
			фіз.од	умов.е т.га	марка трактору	машина	к-ть	трактористи			робочі			в умов. ет.га	в фіз.од			
								к-ть	т.розр.	т.ставка	к-ть	т.розр.	т.ставка					
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
Лущення стерні	1.VIII	га	1	0,2	ХТЗ-17201	БДВ-7	1	1	5	83,95					10,5	59,8		
Підвезення добрив (10 км)	2.VIII	т	0,35	0,0	ЗІЛ-130			1	1							42		
Внесення гран. супер., 2,5 ц/га	2.VIII	га	1	0,2	МТЗ-80	НРУ-0,5	1	1	5	83,95					10,5	63,9		
Внесення сульф.амонію, 1,5 ц/га	2.VIII	га	1	0,2	МТЗ-80	НРУ-0,5	1	1	5	83,95					10,5	51,2		
Оранка, 23-25 см	2.VIII	га	1	2,6	ХТЗ-17201	ПЛН-5-35	1	1	6	97,5					17,22	6,5		
Ранньовесняне боронування	3.III	га	1	0,2	МТЗ-80	СГ-8, БЗТС-1	1	1	5	83,95					17,22	75,9		
Культивація I (5-7 см)	1.IV	га	1	0,6	МТЗ-80	КПС-4	2	1	5	83,95					17,22	28,7		
Внесення ам. селітра (N ₃₀)	3.IV	га	1	0,2	МТЗ-80	НРУ-0,5	1	1	5	83,95					10,5	63,9		
Передпосівна культивация (3-4 см)	3.IV	га	1	0,6	МТЗ-80	КПС-4	1	1	5	83,95					17,22	30,6		
Сівба сорго з внесенням 50 кг/га суперфос.	3.IV	га	1	0,4	МТЗ-82	Веста-8	1	1	5	83,95	1	4	62,48	5,1	13,9			
Прикочування посіву	3.IV	га	1	0,1	МТЗ-80	ЗККШ-6	1	1	2	59,04					4,9	46,1		
Боронування сходів	1.V	га	1	0,2	МТЗ-80	СГ-8, БЗТС-1	1	1	5	83,95					17,22	75,9		
Внесення Лонтрел 1,5 л, Децис 0,3 л/га	3.V	га	1	0,1	МТЗ-80	ОП-2000	1	1	6	97,5					4,4	36,1		
Культивація міжрядь	3.V	га	1	0,3	МТЗ-80	КРН-4,2	1	1	4	73,12					5,1	14,6		
Внесення Децис 0,3 л/га	3.V	га	1	0,1	МТЗ-80	ОП-2000	1	1	6	97,5					4,4	36,1		
Десикація Реглон 2,0 л/га	3.V	га	1	0,1	МТЗ-80	ОП-2000	1	1	6	97,5					4,4	36,1		
Збирання урожаю	3.IX	га	1	0,0	ДОН-1500			1	1	6	97,5						22,6	
Транспортув. зерна на тік	3.IX	т	41	0,0	ЗІЛ-130			1	1								36	
Очистка зерна	3.IX	т	4	0,0	3 КВт	ОВС-10	1	1	4	73,12	1	4	62,48			83		
Разом по технології				6,2														
Амортизаційні відрахування і затрати на поточний ремонт																		
Склад фонду оплати праці з нарахуваннями, грн.																		
Амортизація всього		141																
1. Трактори заг. признач.		74																
2. Спец. машини:		47																
ОВС-10		47																
3. Комбайни		20																
ДОН-1500		20																
4. Будівлі та споруди																		
Поточний ремонт		85																
1. Трактори заг. признач.		44																
2. Спец. машини:		28																
ОВС-10		28																
3. Комбайни		12																
ДОН-1500		12																
4. Будівлі та споруди																		
Утримання основних засобів		225																

Додаток Т2(продовження)

к-ть нормозмін		заграти		пряма оплата праці на весь обсяг робіт				ПІММ			транспорт		Матеріали			Всього
тракт-тів	Інших	люд-год	тарифний фонд			доплати	Разом	На од. роботи	На обсяг роботи	Вартість	К-ть	Вартість	Найменування	К-ть	Вартість	
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
0,02	0,00	0,1	1,40	0,00	1,40	0,43	1,83	7,00	0,06	90						91
0,01	0,00	0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0	0,35	1				1
0,02	0,00	0,1	1,31	0,00	1,31	0,40	1,71	1,84	0,02	24			Гран.супер	0,25	1438	25
0,02	0,00	0,1	1,64	0,00	1,64	0,50	2,14	2,34	0,02	30			Сульф.амонію	0,15	1020	32
0,15	0,00	1,1	15,00	0,00	15,00	4,55	19,55	22,10	0,18	283						302
0,01	0,00	0,1	1,11	0,00	1,11	0,34	1,44	1,80	0,01	23						24
0,03	0,00	0,2	2,93	0,00	2,93	0,89	3,81	5,10	0,04	65						69
0,02	0,00	0,1	1,31	0,00	1,31	0,00	1,31	1,84	0,02	24			Ам. селітра	0,11	792	25
0,03	0,00	0,2	2,74	0,00	2,74	0,83	3,57	7,60	0,06	97			Насіння	0,05	600	101
0,07	0,07	1,0	6,04	4,49	10,53	4,64	15,17	4,40	0,04	56						71
0,02	0,00	0,2	1,28	0,00	1,28	0,23	1,52	2,10	0,02	27						28
0,01	0,00	0,1	1,11	0,00	1,11	0,34	1,44	1,80	0,01	23						24
0,03	0,00	0,2	2,70	0,00	2,70	1,84	4,55	1,05	0,01	13			Лонтрел	1,5	228	18
0,07	0,00	0,5	5,01	0,00	5,01	0,92	5,92	4,40	0,04	56			Децис	0,3	86	62
0,03	0,00	0,2	2,70	0,00	2,70	0,00	2,70	1,05	0,01	13			Децис	0,3	86	16
0,03	0,00	0,2	2,70	0,00	2,70	0,00	2,70	1,05	0,01	13			Реглон	2	430	446
0,04	0,00	0,3	4,31	0,00	4,31	3,90	8,21	10,20	0,08	130						139
1,14	0,00	8,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0	350	805				805
0,05	0,05	0,7	3,49	2,98	6,47	4,77	11,24	3,00	0,10	152			Ел.енергія	9,3	9	163
1,8	0,1	13,4	56,8	7,5	178,0	24,6	88,8		0,7	1119,5		805,8			4687,5	2444,2

Склад і структура всіх витрат, грн		на 1 га	на 1 ц	Економічна ефективність	
1. Затрати праці, люд-год		13	0,34	1. Урожайність, т/га	4,0
2. Затрати минулих років		-	-	2. Вартість продукції, грн/га	12870,00
3. Оплата праці		410	10,35	3. Виробничі витрати грн/га	7795,26
4. Паливно-маст. матеріали		1120	28,27	4. Собівартість 1 т, грн.	1968,50
5. Насіння та розсада		600	15,15	5. Прибуток грн/га	5074,74
6. Добрива		3250	82,06	6. Рівень рентабельності, %	65,1
7. Засоби захисту рослин		829	20,93	7. Затрати праці, люд-год/га	0,13
8. Транспорт		806	20,35	8. Продуктивність праці, грн. ВП/люд-год	959,44
9. Утримання осн.засобів		225	5,69		
10. Меліоративні витрати		0	0,00		
11. Страхові платежі		0	0,00		
12. Інші прямі витрати		9	0,23		
13. Разом прямих витрат		7248	183,04		
14. Витрати на орг-ю і упр-ня		547	13,81		
15. Плата за оренду зем.паїв		0	0,00		
16. Фіксований податок		0	0,00		
17. Всього витрат з накл.вигр.		7795	196,85		



**ХЕРСОНЬСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ АГРОПРОМИСЛОВОГО РОЗВИТКУ**

просп. Ушакова, 47, м. Херсон, 73000, тел. (0552) 42-27-38, факс 42-27-51
e-mail: dp-agroprom@khoda.gov.ua, up-agro@ukr.net, код ЄДРПОУ 33824007

№ _____
На № _____ від _____

Спеціалізованій вченій раді Д.67.830.01
Державного вищого навчального закладу
«Херсонський державний аграрний університет»

Довідка

Про використання результатів наукових досліджень Бойка М.О.
«Агробіологічне обґрунтування базисних елементів технології вирощування
гібридів сорго зернового в умовах Південного Степу України».

Результати наукової роботи Бойка М.О. отримані, практичне значення
одержаних результатів полягає у можливості використання розробок і
пропозицій при формуванні стратегії розвитку регіону, створенні галузевих і
регіональних програм та можуть бути використані в практичній діяльності як
рекомендації для підприємств, які спеціалізуються на вирощуванні зернового
сорго.

Директор Департаменту
агропромислового розвитку
обласної державної адміністрації

О.М. Паливода

Департамент агропромислового розвитку облдержадміністрації
09-293/0/17/019.4 від 20.02.2017





Фрідом Фарм Інтернешнл

Приватне Акціонерне Товариство

вих. №035
 "17" 02 20 17 р.

ДОВІДКА

Для подання до спеціалізованої вченої ради Д.67.830.01 про використання результатів наукових досліджень Бойка Миколи Олександровича («Наукове обґрунтування технологій вирощування гібридів сорго зернового в агроценозах Південного Степу України») у виробничій діяльності господарства.

Даною довідкою засвідчуємо, що основні практичні результати даного наукового дослідження отримані, а їх результати використовувались у виробничій діяльності ПрАТ «Фрідом Фарм Інтернешнл» Чаплинського району Херсонської області. Впродовж 2014 - 2016 рр площа виробничих посівів гібридів сорго зернового складала 80 га.

Перший заступник
Голови Правління



М.М. Медолиз

вул. Привокзальна, 5 а/с 19,
 м. Херсон, Україна, 73026
 тел. (0552) 325-316, факс (0552) 325-302
 код ЄДРПОУ 19368062
 р/р 26002010194138 в ПАТ «Банк Восток»
 МФО 307123



Фрідом Фарм Інтернешнл

Приватне Акціонерне Товариство

вих. № 036
 " 16 " 02 2017 р.

ДОВІДКА

Для подання до спеціалізованої вченої ради Д.67.830.01 про використання результатів наукових досліджень Бойка Миколи Олександровича («Наукове обґрунтування технологій вирощування гібридів сорго зернового в агроценозах Південного Степу України») у виробничій діяльності господарства.

Даною довідкою засвідчуємо, що основні практичні результати даного наукового дослідження отримані, а їх результати використовувались у виробничій діяльності ПрАТ «Фрідом Фарм Інтернешнл» Каховського району Херсонської області. Впродовж 2014 - 2016 рр площа виробничих посівів гібридів сорго зернового складала 60 га.

Перший заступник
Голови Правління



М.М. Медолиз

вул. Привокзальна, 5 а/с 19,
 м. Херсон, Україна, 73026
 тел. (0552) 325-316, факс (0552) 325-302
 код ЄДРПОУ 19368062
 р/р 26002010194138 в ПАТ «Банк Восток»
 МФО 307123



Фрідом Фарм Інтернешнл

Приватне Акціонерне Товариство

Вих. № 037
 "17" 02 2017 р.

ДОВІДКА

Для подання до спеціалізованої вченої ради Д.67.830.01 про використання результатів наукових досліджень Бойка Миколи Олександровича («Наукове обґрунтування технологій вирощування гібридів сорго зернового в агроценозах Південного Степу України») у виробничій діяльності господарства.

Даною довідкою засвідчуємо, що основні практичні результати даного наукового дослідження отримані, а їх результати використовувались у виробничій діяльності ПрАТ «Фрідом Фарм Інтернешнл» Горностаївського району Херсонської області. Впродовж 2014 - 2016 рр площа виробничих посівів гібридів сорго зернового складала 50 га.

Перший заступник
Голови Правління



М.М. Медолиз

вул. Привокзальна, 5 а/с 19,
 м. Херсон, Україна, 73026
 тел. (0552) 325-316, факс (0552) 325-302
 код ЄДРПОУ 19368062
 р/р 26002010194138 в ПАТ «Банк Восток»
 МФО 307123

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
«ДІОНІСІЙ VN» ЄДРПОУ 33231825
тел. –факс (0512)58-91-59; 58-29-06; тел. (0512)58-29-05
Юридична адреса: 57251 Миколаївська область, Жовтневий район,
с.Костянтинівка вул.Миру 13, e-mail:deonisiy-vn2@ukr.net

51
14 02 17

ДОВІДКА

Для подання до спеціалізованої вченої ради Д.67.830.01 про використання результатів наукових досліджень Бойка М.О. («Оптимізація гібридного складу сорго зернового залежно від густоти стояння рослин та строків сівби в умовах Південного Степу України) у виробничій діяльності господарства.

Даною довідкою засвідчуємо, що основні практичні результати даного наукового дослідження отримані, а їх результати використовувались у виробничій діяльності ТОВ «ДІОНІСІЙ VN» Вітовського району Миколаївської області впродовж 2015-2016 рр. при вирощуванні гібридів сорго зернового на площі 90,0 га.

Директор
ТОВ «ДІОНІСІЙ VN»



Н.М. Тарабріна

ДОВІДКА

До спеціалізованої вченої ради Д.67.830.01

Даною довідкою засвідчуємо, що у виробничо-господарській діяльності ПСП «Агрофірма «Авангард» Єланецького району Миколаївської області, використовувались наукові розробки Бойка М.О. «Наукове обґрунтування технологій вирощування гібридів сорго зернового в умовах Південного Степу України». Площа виробничих посівів сорго зернового складала 56 га.

29.11.2015 р.

Директор ПСП «Агрофірма «Авангард» Г.П.Демченко





МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Державний вищий навчальний заклад
«ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

вул. Стрітенська (Р.Люксембург), 23, м. Херсон, 73006,
 тел. (0552) 41-62-16, факс: (0552) 41-44-24, E-mail: office@ksau.kherson.ua Код ЄДРПОУ 00493020
 Р/р 35223241000213 Державна казначейська служба України, м. Київ МФО 820172

14. 02 2018р. № 76-05/37
 На № _____ від _____

Спеціалізованій вченій раді Д.67.830.01

ДОВІДКА

Даною довідкою засвідчуємо, що матеріали дисертаційного дослідження Бойка М.О. «Агробіологічні аспекти та адаптивні технології вирощування гібридів сорго зернового в умовах Південного Степу України» використовуються в навчальному процесі кафедри рослинництва, селекції, генетики та насінництва агрономічного факультету ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» при викладанні дисципліни «Рослинництво. Зернові культури» на 4 курсі агрономічного факультету ступеня «Бакалавр».

В.о. ректора університету
 професор



Ю.І. Яремко