

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Спеціальність 201 «Агрономія»

Допускається до захисту

Зав. кафедри землеробства, агрохімії та
грунтознавства

професор _____ І.Д. Примак

« ____ » _____ 2023 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА
ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ СОРГО
ЦУКРОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ОКРЕМИХ ЕЛЕМЕНТІВ
ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

Виконав (ла) Зельський Олександр Вікторович

прізвище, імя, по батькові, підпис

Керівник доцент Павліченко А.А.

вчене звання, прізвище, ініціали підпис

Рецензент доцент Шох С.С.

вчене звання, прізвище, ініціали підпис

Я, Зельський Олександр Вікторович, засвічую, що кваліфікаційну роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Агробіотехнологічний

Спеціальність 201 Агрономія

Затверджую

Гарант ОП «Агрономія»
професор _____ М.Б. Грабовський

« ____ » _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувача

Зельський Олександр Вікторович

Тема: Особливості росту та розвитку сорго цукрового залежно від окремих елементів технології вирощування

Затверджено наказом ректора № ____ від _____

Термін здачі студентом готової кваліфікаційної роботи в деканат: до «__» _____ 20__ р.

Перелік питань, що розробляються в роботі. дослідити особливості росту й розвитку рослин сорго цукрового залежно від сорто-гібридного складу, норм висіву, бактеріальних препаратів та мікродобрив; встановити динаміку формування площі асиміляційної поверхні, чистої продуктивності фотосинтезу та фотосинтетичного потенціалу залежно від досліджуваних факторів; встановити динаміку накопичення досліджуваними сортами та гібридами сирої маси та сухої речовини в ній

Календарний план виконання роботи

Етап виконання	Дата виконання етапу	Відмітка про виконання
Огляд літератури	01.09.2021-01.09.2022	виконано
Методична частина	лютий 2021-2022	виконано
Дослідницька частина	квітень-жовтень 2021–2022	виконано
Оформлення роботи	квітень-жовтень 2021-2022	виконано
Перевірка на схожість	I декада листопада 2022	виконано
Подання на рецензування	II декада листопада 2022	виконано
Попередній розгляд на кафедрі	I декада грудня 2022	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи _____ доцент Павліченко А.А.

Здобувач _____ Зельський О.В

Дата отримання завдання «__» _____ 20__ р.

АНОТАЦІЯ

Зельський Олександр ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ СОРГО ЦУКРОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ОКРЕМИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

Вивчено вплив елементів технології вирощування сорго цукрового на вміст загальних цукрів у стеблах в умовах Степу України; встановлено найпродуктивніший варіант серед сортів та гібридів, що забезпечує отримання максимальної урожайності зеленої маси в умовах Степу України; визначено вплив позакореневих підживлень мікродобривами та біологічними препаратами на якісні та кількісні показники урожаю сорго цукрового; обґрунтовано оптимальну норму висіву для умов Степу України.

Удосконалено технологію вирощування сорго цукрового в умовах Степу України, сівбу гібриду Медовий із застосуванням позакореневих підживлень сумішшю біопрепарату Біокомплекс-БТУ та комплексу з мікродобрив Квантум. Набуло подальшого розвитку питання управління процесами формування високих кількісних і якісних показників урожайності сорго цукрового залежно від елементів технології вирощування.

Досліджено особливості росту й розвитку рослин сорго цукрового залежно від сорто-гібридного складу, норм висіву, бактеріальних препаратів та мікродобрив; встановлено динаміку накопичення досліджуваними сортами та гібридами сирої маси, сухої речовини, формування площі асиміляційної поверхні, чисту продуктивність фотосинтезу та фотосинтетичний потенціал залежно від досліджуваних факторів; визначено врожайність зеленої маси сорго цукрового та вміст у стеблах загальних цукрів залежно від досліджуваних факторів; визначено економічну та енергетичну ефективність досліджуваних варіантів технологій вирощування сорго цукрового.

У результаті проведених досліджень та розрахунків встановлено, що оптимальні показники польової схожості насіння, виживаності рослин, густоти стояння, висоти рослин, кількісних та якісних показників урожайності забезпечує сівба гібриду Медовий з нормою висіву 130 тис. штук/га та проведення позакореневих підживлень рослин у фази кущення та виходу рослин у трубку сумісно мікродобривом Квантум та біопрепаратом Біокомплекс-БТУ. Найвищим умовним виходом цукрів з гектара (37,9 т/га) відзначився гібрид Медовий за норми висіву 100 тис. схожих насінин на 1 га та позакореневими підживленнями в основні фази вегетації обома препаратами Біокомплекс-БТУ та Квантум, які за сумісного використання збільшували цей показник у середньому по фактору на 36,14%, порівняно з контролем (обробка водою).

Ключові слова: сорго цукрове, норми висіву, бактеріальні препарати, мікродобрива, продуктивність, урожайність, вміст цукрів.

ABSTRACT

Oleksandr Zelskyi. FEATURES OF THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF SUGAR SORGHUM DEPENDING ON CERTAIN ELEMENTS OF CULTIVATION TECHNOLOGY

The existing technology of sweet sorghum cultivation for the conditions of the Southern Steppe of Ukraine has been improved by selection of varietal-hybrid composition, optimization of sowing rates and the optimal variant of foliar feeding of plants during the growing season is substantiated. The issue of managing growth processes of formation of high quantitative and qualitative indicators of sweet sorghum yield depending on the studied elements of cultivation technology has been further developed.

As a result of analyzes and calculations, it was found that the optimal indicators of field germination of seeds, plant survival, stocking density, plant height, quantitative and qualitative indicators of yield provides sowing hybrid Medoviy with a seeding rate of 130 thousand grain pieces per hectare and foliar fertilization in combination with microfertilizer «Quantum» and biological product Biocomplex-BTU plants in the phase of tillering and tubing. The highest conditional yield of sugars per hectare (37,9 t/ha) was marked by the Medoviy hybrid with sowing rates of 100 thousand seeds per 1 ha and foliar fertilization in the main phases of vegetation with both preparations BiocomplexBTU and complex microfertilizer Quantum, which when used mixed increased this indicator on average by a factor of 36,14%, compared with the control (water treatment).

Key words: sweet sorghum, seeding rates, biological preparations, microfertilizers, productivity, sugar content

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	13
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЦУКРОВОГО (SORGHUMSACCHARATUM (L.) MOENCH) НА ЙОГО ПРОДУКТИВНІСТЬ	19
1. Історія походження та поширення сорго цукрового і його народногосподарське значення.....	19
2. Вплив сортових особливостей на продуктивність соргоцукрового.....	27
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	45
2.1. Ґрунтово-кліматична характеристика зони	45
2.2. Метеорологічні умови в роки досліджень.....	46
2.3. Схема та методика проведення досліджень	51
2.4. Особливості технології вирощування сорго цукрового в досліді	55
2.5. Характеристика сортів та гібридів сорго цукрового	57
РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ СОРГО ЦУКРОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ОКРЕМИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ	62
1. Вплив норм висіву насіння на польову схожість сортів та гібридів сорго цукрового..	62
2. Вживання рослин сортів та гібридів сорго цукрового	66
3. Тривалість фаз росту та розвитку сортів і гібридів сорго цукрового залежно від досліджуваних факторів	72
4. Висота рослин сортів та гібридів сорго цукрового залежно від досліджуваних факторів	76
5. Густина стояння досліджуваних сортів та гібридів сорго цукрового.....	83
6. Основні показники фотосинтетичної активності посівів сорго цукрового	87
7. Вміст та умовний вихід цукру з одиниці площі посіву сортів та гібридів сорго цукрового.....	98
ВИСНОВКИ.....	151
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	156

ЛІТЕРАТУРА

1. Драненко І., Шепель М. і ін. «Верблюди степу» – сорго. «Маяк» Одеса, 1966. – 70 с.
2. Исаков Я. И. Сорго / Я. И. Исаков. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 134 с.
3. Кадыров С. В. Сорго / С. В. Кадыров, В. А. Федотов, А. З. Большаков и др. – Ростов н/Д: ЗАО «Ростиздат», 2008. – 80 с.
4. Макаров Л. Х. Соргові культури: монографія / Л. Х. Макаров. – Херсон: Айлант, 2006. – 263 с.
5. Шепель Н. А. Сорго – интенсивная культура: Справ.изд. – Симферополь: Таврия, 1989. – 192 с.
6. Шорин П. М. Сахарное сорго / П. М. Шорин. – М.: Колос, 1976. – 80 с.
7. Олексенко Ю. Ф. Прогрессивная технология возделывания сорго. – К.: Урожай, 1986. – 80 с.
8. Шорин П. М. Технология возделывания и использования сахарного сорго / П. М. Шорин. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 87 с.
9. Шекун Г. М. Культура сорго в СССР и её биологические особенности / Г. М. Шекун. Москва: Колос, 1964. – 139 с.
10. Тараненко В. И. Сорго как кормовая культура / В. И. Тараненко. – Харьков, 1969. – 183 с.
11. Fachagentur nachwachsende rohstoffe e.v.: Basisdaten bioenergie deutschland (станом на серпень 2013 року).
12. Ганженко О. М. Вплив способів отримання соку зі стебел цукрового сорго на його вихід та якість / О. М. Ганженко, П. Ю. Зиков // Цукрові буряки. – 2014. – №5. – С. 14–16.
13. Ганженко О. М. Залежність продуктивності і вуглеводного складу від сортових особливостей та мінерального живлення цукрового сорго / О. М. Ганженко, Н. О. Григоренко // Цукор України. – 2011. – №4. – С. 27–32.

14. Ганженко О. М. Вплив сортових особливостей та мінерального живлення на урожайність і вуглеводний склад цукрового сорго / О. М. Ганженко, Н. О. Григоренко, О. Б. Хіврич, Л. А. Герасименко, О. О. Марчук // Цукрові буряки. – 2011. – №5. – С.14–15.
15. EN ISO 17225-1:2014 Solid biofuels -- Fuel specifications and classes -- Part 1: General requirements
16. OECD/FAO (2012) Chapter 3. Biofuels. In: OECD-FAO Agricultural Outlook 2012-2021 (DOI: 10.1787/agr_outlook-2012-en). — OECD Publishing and FAO, 2012. — P. 77–117.
17. Калетник Г.М., Цыганков С.П., Володько О.І. Новітні технології біоенергоконверсії і перспективи використання паливного біоетанолу в Україні // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Економічні науки. — Вінниця, 2011. — Випуск 1(48). — Т. 2 — С. 109–112.
18. Цыганков С. П. Биоэтанол. — К.: НПП «Интерсервис», 2010. — 160 с.
19. Кухаренко А.А., Винаров А.Ю. Безотходная биотехнология этилового спирта. — М.: Энергоатомиздат, 2001. — 272 с.
20. Блюм Я.Б., Гелетуца Г.Г., Григорюк І.П. та ін. Біо логічні ресурси і технології виробництва біопалива. — К.: Аграр Медіа Груп, 2010. — 408 с.
21. Fairley P. Next generation biofuels. — Nature. — 2011. — 474. — P. S2–S5.
22. Stephen J.D., Mabee W.E., Saddler J.N. Will second generation ethanol be able to compete with first generation ethanol? Opportunities for cost reduction. — Biofuels, Bioprod. Bioref. — 2012. — V. 6. — P. 159–176.
23. Володько А.И., Новак А.Г., Цыганков С.П. Сахарное сорго — энергетическая культура для производства биоэтанола в Украине // Відновлювана енергетика. — 2012. — Т. 29, № 2. — С. 87–92.

22. Almodares A., Hadi M.R. Production of bioethanol from sweet sorghum: A review. — *African J. Agricultural Res.* — 2009. — V. 4, № 9. — P. 772–780.
23. Han K.-J., Pitman W.D., Kim M. et al. Ethanol production potential of sweet sorghum assessed using forage fiber analysis procedures. — *GCB Bioenergy.* — 2012. — doi: 10.1111/j.1757-1707.2012.01203.x.
24. Kim M., Han K.-J., Jeong Y., Day D.F. Utilization of whole sweet sorghum containing juice, leaves, and bagasse for bio-ethanol production. — *Food Sci. Biotechnol.* — 2012. — V. 21, № 4. — P. 1075–1080.
25. Володько О.І., Циганков С.П. Розробка біотехнології отримання паливного етанолу із цукрового сорго // Біотехнологія XXI століття: Тези доповідей IV Вс еук раїнської науково-практичної конференції. — Київ, 5 квітня 2012 р. — Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут». — 2012. — С. 27–28.
26. Блюм Я., Рахметов Д., Стаднийчук Н. Пальчатое просо, или элевсина: находка для небольших хозяйств // *Зерно.* — 2012. — Т. 72, № 4. — С. 66–72.
27. Reddy V.D., Rao K.V., Reddy T.P., Kishor P.B.K. Finger mil let // In: *Compendium of Transgenic Crop Plants: Transgenic Cereals and Forage Grasses* (Eds Kole C. and Hall T.C.). — 2008. —Blackwell Publishing Ltd. — P. 191– 198.
28. Ковальчук В.П., Григоренко Н.О., Костенко О.І. Цукро ве сорго — цукровмісна сировина та потенційне дже рело енергії // *Цукрові буряки.* — 2009. — № 6. — С. 6–7.
29. Баер Г.Я., Емец А.И., Стадничук Н.А. и др. Сомак лона льная вариабельность у *Eleusine coracana* (L.) Gaertn. как источник для создания новых сортов // *Цитология и генетика.* — 2007. — Т. 41, № 4. — С. 9–14.
30. Баер Г.Я., Рахметов Д.Б., Стадничук Н.А. и др. Использование культуры *in vitro* для получения селекционного материала пальчатого проса *Eleusine*

coracana (L.) Gaertn // Физиология и биохимия культурных растений. — 2009. — Т. 41, № 2. — С. 140–145.

31. Емец А.И., Баер Г.Я., Климкина Л.А. и др. Введение в культуру *in vitro* и регенерация растений дагуссы *Eleusine coracana* (L.) Gaertn. сорта Тропиканка // Физиол. биохим. культ.растений. — 2003. — Т. 35, № 2. — С. 1–8.

32. Рахметов Д.Б., Стаднічук Н.О., Блюм Я.Б. та ін. Методика проведення експертизи сортів елевсини (дагуси) (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.) на відмінність, однорідність і стабільність // Офіційний бюлетень «Охорона прав на сорти рослин»: Методики проведення експертизи рослин на відмінність, однорідність і стабільність. — 2007. — Ч. 2, № 3. — С. 197–209.

33. Radchuk V., Radchuk R., Pirko Y. et al. A somaclonal line SE7 of finger millet (*Eleusine coracana*) exhibits modified cytokinin homeostasis and increased grain yield // J. Exp. Bot. — 2012. — Vol. 63, № 15. — P. 5497—5506.

34. Рахметов Д.Б., Мартинюк Г.М., Блюм Я.Б. Заявка № 10472003 від 03.11.2010 р. про авторство на сорт рослин «Ботанічний» Сорго цукрове *Sorghum saccharatum* (L.) Pers. Державна служба з охорони прав на сорти рослин, 2013.

35. Блюм Я.Б., Ємець А.І., Рахметов Д.Б., Стаднічук Н.О. Свідоцтво № 120109 про авторство на сорт рослин «Євгенія» Пальчасте просо (Дагуса) *Eleusine coracana* (L.) Gaertn. Заявка № 10344001 від 03.11.2010 р. Державна служба з охорони прав на сорти рослин, 2012.

36. Стаднічук Н.О., Баер Г.Я., Ємець А.І. та ін. Свідоцтво № 09551 про авторство на сорт рослин «Ярослав-8» Елевсина (Дагуса) *Eleusine coracana* (L.) Gaertn. Заявка № 08324001 від 03.11.2008 р. Державна служба з охорони прав на сорти рослин, 2009.

37. Циганков С.П., Володько О.І., Новак А.Г., Агарков М.М. Цукрове сорго — перспективна сировина для виробництва біоетанолу // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. — 2010. — Т. 2 — Вип. 42. — С. 88–91.
38. Jiang S.-Y., Ma Z., Vanitha J., Ramachandran S. Genetic variation and expression diversity between grain and sweet sorghum lines // BMC Genomics. — 2013. — № 14. — 18 doi:10.1186/1471-2164-14-18.
39. Блюм Я.Б., Гелетуца Г.Г., Григорюк І.П. та ін. Новітні технології біоенергоконверсії. — К.: Аграр Медіа Груп, 2010. — 326 с.
40. McDonald P., Edwards R.A., Greenhalgh J.F.D., Morgan C.A. Animal nutrition // England: Longman Scientific & Technical. — 1995. — № 5. — P. 465–480.
41. Sipos B., Réczey J., Somorai Z. et al. Sweet sorghum as feedstock for ethanol production: enzymatic hydrolysis of steam-pretreated bagasse. — Appl Biochem Bio technol. — 2009. — № 153. — P. 151–162.
42. Antongiovanni M., Sargentini C. Variability in chemical composition of straws // Options Méditerranéennes — Série Séminaires. — 1991. — № 16. — P. 49–53.
43. Wiseloge A., Tyson S., Johnson D. Biomass feedstock resources and composition. — In: Handbook on bio ethanol: Production and utilization C. E. Wyman (Ed.), Washington, DC: Taylor & Francis. — 1996. — P. 105– 119.
44. Kim M., Day D.F. Composition of sugar cane, energy cane, and sweet sorghum suitable for ethanol production at Louisiana sugar mills. — J. Ind. Microbiol. Biotechnol. — 2011. — 38. — P. 803–807.
45. Stevens G., Holou R., Dunn D., Wrather A. Switchgrass and sweet sorghum fertilization for bioenergy feedstocks // In: Proc. Southern Plant Nutrition Management Conf. 6 — 7 Oct. Olive Branch, MS. — 2009. — P. 38–45.

46. Heredia-Olea E., Pérez-Carrillo E., Serna-Saldívar S.O. Production of ethanol from sweet sorghum bagasse pretreated with different chemical and physical processes and saccharified with fiber degrading enzymes // *Bioresource Technol.* — 2013. — <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2013.01.162>.
47. Goshadrou A., Karimi K., Taherzadeh M.J. Bioethanol production from sweet sorghum bagasse by *Mucor hiemalis* // *Industrial Crops and Products.* — 2011. — V. 34, № 1. — P. 1219–1225.
48. Wankhede D.B., Shehnaj A., Raghavendra M.R. Carbohydrate composition of finger millet (*Eleusine coracana*) and foxtail millet (*Setaria italica*) // *Plant Foods for Human Nutrition.* — 1978. — V. 28, № 4. — P. 293–303.
49. Subba Rao M.V.S.S.T., Muralikrishna G. Structural analysis of arabinoxylans isolated from native and malted finger millet (*Eleusine coracana*, ragi) // *Carbohydr. Res.* — 2004. — V. 14, № 339. — P. 2457–2463.
50. Subba Rao M.V.S.S.T., Muralikrishna G. Hemicelluloses of ragi (finger millet, *Eleusine coracana*, Indaf-15): Isolation and purification of an alkali-extractable arabinoxylan from native and malted hemicellulose B. // *J. Agricult. Food Chem.* — 2006. — № 54. — P. 2342–2349.
51. de S. Thiago L.R.L., Kellaway R.C. Botanical composition and extent of lignification affecting digestibility of wheat and oat straw and paspalum hay // *Anim. Feed Sci. Technol.* — 1982. — № 7. — P. 71–81.
52. Chen Y., Sharma-Shivappa R.R., Keshwani D., Chen C. Potential of agricultural residues and hay for bioethanol production // *Appl. Biochem. Biotechnol.* — 2007. — V. 142, № 3. — P. 276–290.
53. Chang V.S., Holtzaple M.T. Fundamental factors affecting enzymatic reactivity // *Appl. Biochem. Biotechnol.* — 2000. — № 84–86. — P. 5–37.

54. Larsson S., Palmqvist E., Hahn-Högerdal B. et al. The generation of fermentation inhibitors during dilute acid hydrolysis of softwood // *Enzyme Microb. Technol.* — 1999. — № 3-4. — P. 151–159.