

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-консультаційний центр заочної освіти
Кафедра агрометеорології та агроекології

Бакалаврська кваліфікаційна робота

на тему: Агроекологічна оцінка умов вирощування сорго
в Степовій зоні України

Виконала студентка 5 року заочної форми
навчання, групи АЕ-5

Напрямок підготовки 6.040106 «Екологія,
охорона навколишнього середовища та
збалансоване природокористування
(Агроекологія)

(шифр і назва напрямку підготовки)

Грущенко Тетяна Миколаївна
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник к.геогр.н., доцент
Божко Людмила Юхимівна

Консультант _____ - _____

Рецензент к.геогр.н., доцент
Боровська Галина Олександрівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-консультаційний центр заочної освіти

Кафедра агрометеорології та агроекології

Рівень вищої освіти бакалавр

Напрямок підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування (Агроекологія)

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри
агрометеорології та агроекології**

Польовий А.М.

« 20 » квітня 2020 року

**ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ**

Грущенко Тетяні Миколаївні

Тема роботи Агроекологічна оцінка умов вирощування сорго в Степовій зоні України

керівник роботи Божко Людмила Юхимівна, канд. геогр. н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «23» березня 2020 року № 35 - С

2. Строк подання студентом роботи 1 червня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи Матеріали метеорологічних і агрометеорологічних спостережень за розвитком і урожайністю сорго за період з 1986 по 2015 рр.. по Одеській, Миколаївській, Херсонській областях.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Встановити середні по обласні кількісні показники розвитку сорго в Степовій зоні України; 2. Надати агроекологічну характеристику умов вирощування сорго; 3. Дослідити динаміку врожаїв сорго та встановити статистичні залежності їх від агрометеорологічних умов; 4. Дослідити і дати оцінку формування агроекологічних врожаїв сорго.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Графіки залежності врожаїв сорго від різних агроекологічних показників. Графіки динаміки врожаїв сорго в південних областях. Графіки формування різних агроекологічних категорій врожаїв сорго впродовж вегетаційного періоду.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	немає		

7. Дата видачі завдання 20 квітня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Отримання завдання та збір вихідних даних до роботи. Ознайомлення з літературними джерелами за темою бакалаврської кваліфікаційної роботи.	20.04.2020 р. - 28.04.2020 р.	90	5 (відмінно)
2.	Написання першого та другого розділів кваліфікаційної роботи.	29.04.2020 р. 10.05.2020 р.	90	5 (відмінно)
	Рубіжна атестація	11.05.2020 р. 16.05.2020 р.	90	5 (відмінно)
3.	Розрахунки агрометеорологічних показників розвитку сорго по між фазних періодах, аналіз матеріалів.	17.05.2020 р. - 21.05.2020 р.	90	5 (відмінно)
4.	Дослідження динаміки врожаїв сорго та оцінка формування врожаю сорго різних агроекологічних категорій.	22.05.2020 р. - 28.05.2020 р.	90	5 (відмінно)
5.	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника.	29.05.2020 р. - 1.06.2020 р.	90	5 (відмінно)
	Презентаційного матеріалу до публічного захисту	-	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	-	90,0	-

Студентка _____ Грущенко Т.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Божко Л.Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

На бакалаврську кваліфікаційну роботу Грущенко Тетяни Миколаївни на тему «Агроекологічна оцінка умов вирощування сорго в Степовій зоні України»

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків і списку використаної літератури.

Актуальність теми. Сорго - продовольча, кормова і технічна культура використовується в різних сферах діяльності людства: для виготовлення крупи, комбікормів і як концентрований корм для тваринництва і птахівництва. Воно входить до п'ятірки найбільш популярних рослин у світі. Сорго вирощується на усіх континентах в зонах з тропічним та помірним кліматом. В Європі основними виробниками сорго є Росія і Україна, де посівні площі сорго становлять відповідно 225 000 та 70 000 га.

Сорго має велику агротехнічну цінність як просапна рослина та попередник ярих культур. Сорго дає високі і стійкі врожаї зерна – від 20 до 40 ц/га, силосної маси від 200 до 400 ц/га та зеленої маси в сумі за два-три укуси від 250 до 600 ц/га. Основними областями вирощування сорго на Україні, є Луганська, Донецька, Запорізька, Херсонська, Миколаївська, Одеська області а також південні райони Харківської, Дніпропетровської, Кіровоградської областей. Сорго – одна із перспективних кормових культур для вирощування в районах з річною кількістю опадів до 400 мм. Особливо перспективна ця культура для степових районів України, де посушливість зросла у зв'язку із потеплінням клімату, яке спостерігається з кінця минулого століття.

Метою роботи є оцінка агроекологічних умов вирощування сорго в Степовій зоні України..

Основні задачі:

- провести розрахунки та аналіз динаміки урожайності сорго в умовах Південного Степу;
- провести розрахунки та оцінити агроекологічні показники формування врожаю сорго;
- провести та оцінити рівні агроекологічних категорій урожайності сорго.

Об'єкт дослідження. Агроекологічні умови вирощування сорго в південних областях України.

Предмет досліджень. Вплив агроекологічних умов на формування урожайності сорго.

Методи дослідження. Робота виконувалась на підставі комплексного підходу з використанням методу гармонійних зважувань, статистичних розрахунків та апарату математичного моделювання.

Ключові слова: сорго, урожайність, тренд, агроекологічні умови, агроекологічні категорії урожайності, продуктивність.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 БОТАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СОРГО, БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ І ВИМОГИ СОРГО ДО УМОВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	7
1.1 Ботанічна характеристика сорго.....	7
1.2 Біологічні особливості сорго.....	9
1.3 Вимоги сорго до умов навколишнього середовища.....	11
2 ХАРАКТЕРИСТИКА АГРОЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО В ПІВДЕННИХ ОБЛАСТЯХ УКРАЇНИ.....	18
3 ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОРГО.....	25
3.1 Динаміка врожаїв сорго.....	25
3.2 Вплив агрометеорологічних факторів на формування врожаїв сорго.....	29
4. ОЦІНКА УМОВ ФОРМУВАННЯ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ КАТЕГОРІЙ ВРОЖАЙНОСТІ СОРГО	37
ВИСНОВКИ.....	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	44

ВСТУП

Сорго - продовольча, кормова і технічна культура використовується в різних сферах діяльності людства: для виготовлення крупи, комбікормів і як концентрований корм для тваринництва і птахівництва. Воно входить до п'ятірки найбільш популярних рослин у світі. Сорго вирощується на усіх континентах в зонах з тропічним та помірним кліматом. В Європі основними виробниками сорго є Росія і Україна, де посівні площі сорго становлять відповідно 225 000 та 70 000 га.

Сорго відноситься до другої групи зернових культур, відзначається найбільшою теплолюбністю серед культур цієї групи і може вирощуватись як головна, так і пожнивна культура.

Серед польових культур сорго найбільш посухостійка та жаростійка, невибаглива до ґрунтів злакова рослина з добре розвиненим корінням, що дозволяє вирощувати його в умовах малородючих земель. Насіння проростає за мінімальної вологості посівного шару ґрунту. Слід відзначити, що за сильної посухи ріст сорго призупиняється і відновлюється за настання сприятливих умов. Рослини сорго використовують опади на протязі всього літа. Не зважаючи на посухостійкість сорго добре відкликається на покращення водного режиму. Добре реагує на зрошення.

За хімічним складом зерно сорго подібне кукурудзі, але вміщує більше білків. За вмістом вітамінів групи В, каротину та рибофлавіну не поступається пшениці і іншим зерновим культурам. Сорго також відзначається високим вмістом антиоксидантів, відсутністю глютеїну і є джерелом клітковини і калію.

Сорго має велику агротехнічну цінність як просапна рослина та попередник ярих культур. Сорго дає високі і стійкі врожаї зерна – від 20 до 40 ц/га, силосної маси від 200 до 400 ц/га та зеленої маси в сумі за два-три укуси від 250 до 600 ц/га. Основними областями вирощування сорго на

Україні, є Луганська, Донецька, Запорізька, Херсонська, Миколаївська, Одеська області а також південні райони Харківської, Дніпропетровської, Кіровоградської областей [1].

Сорго – одна із перспективних кормових культур для вирощування в районах з річною кількістю опадів до 400мм. Особливо перспективна ця культура для степових районів України, де посушливість зростає у зв'язку із потеплінням клімату, яке спостерігається з кінця минулого століття донині і яке призвело до збільшення посушливості в літній період. Сума опадів в останні роки зменшилася до 250 - 350 мм за вегетаційний період [2].

Мета бакалаврської кваліфікаційної роботи надати оцінку агроекологічних умов формування продуктивності сорго в областях Південного Степу.

Для досягнення мети були вирішені такі *задачі*:

- проаналізовані багаторічні умови вирощування сорго в південних областях України;
- вивчена динаміка врожайності сорго і її мінливість у часі;
- знайдені статистичні залежності врожайності сорго від різних агроекологічних факторів;
- розраховані рівні агроекологічних категорій урожайності сорго.

Для дослідження використовувались матеріали паралельних спостережень за метеорологічними факторами і ростом і розвитком сорго за період з 1986 по 2015 рр. по території Одеської, Миколаївської, Херсонської областей. Для обробки матеріалів спостережень використовувався пакет статистичних програм та модель оцінки продуктивності сільськогосподарських культур, розроблена А.М. Польовим.

1 БОТАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СОРГО, БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ І ВИМОГИ СОРГО ДО УМОВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

1.1 Ботанічна характеристика сорго

Сорго (*Sorghum*) - рід одно-та багаторічних рослин родини тонконогових, що охоплює до 50 дикоростучих і культурних видів, поширених переважно в тропічних і субтропічних країнах, з яких кілька видів культивуються людиною, відноситься до сімейства злакових.



За зовнішнім виглядом сорго нагадує кукурудзу. Коренева система потужна, проникає на глибину 2-2,5 м. Стебло пряmostояче, заввишки від 0,5 метрів у карликових форм до 7 метрів у тропічних форм. Більшість сортів зернового і віничного сорго стає сухим при дозріванні, в той час коли цукрове сорго під час дозрівання стає соковитим.

Коренева система сорго мочкувата, складається із великої кількості тонкого коріння, які завжди відгалужуються від вузла куштиння в сторони на 60 – 130 см і проникають в глибину НВ 300 см. Завдяки потужній кореневій

системі сорго використовує запаси вологи і поживних речовин із шарів ґрунту, які недосяжні для інших рослин.

Стебло сорго пряmostояче, кількість міжвузел 5 - 25, висота стебла від 0,5 до 3 м. Із вузла кушіння утворюється від двох до 5 стебел. Існують сорти, які не кушаться.

Листя довге, широке ланцетовидної форми. На одній рослині може утворюватись від 5 до 25 листків.

Суцвіття - волоть, головна вісь суцвіття може бути довгою або стрижневою, або короткою - без стрижневою. За формою стрижневі волоті бувають циліндричними, овальними, округлими, яйцевидними або пірамідальними. Безстрижневі волоті бувають розкидисті або пониклі. За щільністю окремих гілочок на волоті розрізняються рихлі, сжаті і комкуваті.

Плід – зернівка. Зерно плівчасте або голе, округлої або овальної форми. Маса 1000 зерен 20—45 г.

Сорго належить до ксерофітів, що не відмирають після скошування, як інші однорічні злаки, і забезпечує 2-3 укуси біомаси.

За характером використання розрізняють сорго:

- цукрове — високоросла рослина, стебла використовують для вироблення патоки й сиропу, сироп цієї рослини може використовуватись як альтернатива цукру або меду, а також на силос; зерно плівчасте та напівплівчасте, важко обмолочується;
- віничне — для отримання волотей, виготовлення віників, щіток; серцевина стебла суха; мітелки 50—90 см не мають головної осі; зерно плівчасте.
- трав'янисте (суданська трава) — в нього інтенсивно ростуть тонкі стебла, сильно кушаться; вирощують на зелений корм і сіно;
- зернове — порівняно низькоросле; вирощують на зерно; серцевина напівсуха; зерно відкрите й легко обмолочується; харчові сорти білозерні, без присмаку таніну.

Зерно сорго має широкий діапазон кольорів, таких як білий, кремовий, жовтий, помаранчевий, бронзовий, червоний, коричневий, і різні комбінації цих кольорів. Серед факторів, що впливають на візуальний колір сорго є колір околоплодника, товщина околоплодника, присутність або відсутність насінневої шкірки, кольору і товщини насінневої шкірки, і колір ендосперму. Багато видів сорго поряд з високою якістю зерна і зеленої маси містять в зерні танин і синильну кислоту в листках і стеблах рослин, що в деяких випадках призводило до отруєння тварин. За певних умов у рослині може накопичуватися значна кількість синильної кислоти (HCN) - отруйної ціаністої сполуки. Її кількість коливається від 0,0003% до 0,31% й залежить від сорту рослини, якості ґрунту та використаних добрив. Для запобігання отруєння ціаністими речовинами, зелену масу пров'ялюють 3-4 години, а потім згодовують худобі.

Також рід сорго включає карантинний для України вид - багаторічний коренопаростковий бур'ян сорго алепське (*Sorghum halepense* (L.) Pers.). Основну шкоду сорго алепське завдає своєю потужною кореневою системою, яка дуже ускладнює якісний обробіток ґрунту. При значній засміченості, очистити поля від кореневищ практично неможливо. Сорго алепське - рослина отруйна, молоді пагони містять отруйні ціаністі сполуки, які можуть викликати отруєння і навіть падіж худоби [1, 2].

1.2 Біологічні особливості сорго

Зернове сорго це однорічна самоопилювальна рослина, у якої фотосинтез ефективно відбувається за шляхом C4 завдяки чому рослина добре себе почуває в умовах високої температури і посухи.

Робота листового апарату сорго поновлюється одночасно з тургором листя навіть після 12-14 днів посухи. Листя і стебло сорго покриті восковим нальотом, що зменшує випаровування.

Сорго належить до ксерофітів, що не відмирають після скошування, як інші однорічні злаки, і забезпечує 2-3 укоси біомаси. *Соцветие* - метелка циліндричної форми, овальна, яйцевидна, пірамідальна, округла або веретеновидна з заостреним верхнім краєм.

Розрізняють сорти і гібриди сорго з прямою, похилою чи зігнутою волоттю. Довжина волоті може досягати 60-70 см.

Цвітіння у сорго починається з верхньої частини волоті, коли частка її ще знаходиться у розтрубі останнього листка. У пізньостиглих форм сорго цвітіння починається тільки на 4-6 день після повного викидання волоті. Цвіте сорго відкрито. При цьому його квіткові лусочки розкриваються, тичинки та рильця виходять з них майже одночасно.

Пильники за мірою дозрівання змінюють колір від світло-жовтого до коричневого. Після дозрівання вони лопаються і пилок розноситься вітром.

Встановлено, що вільне переопилення спостерігається в основному у межах одного сорту за принципом виборності. Запилення в межах однієї волоті також можливе, але це відбувається примусово при дуже компактній волоті, дуже волога або суха погода, штучна ізоляція і таке інше. Примусове самозапилення не спричиняє перезрівання зернинці, але таке насіння в цьому випадку має гірші породні якості.

За нормальних умов цвітіння волоті закінчується через 10-13 днів після початку. За підвищеної температури і нормальної відносної вологості цвітіння прискорюється, а за прохолодної вологої погоди – уповільнюється.

Максимум цвітіння впродовж доби приходить на ранкові години а о 10 – 12 годинах цвітіння майже припиняється. Цвітіння також відбувається вночі. Пильники однопалих чоловічих квіток у сорго відіграють похому роль з пильниками двопалих квіток, тобто вони підсилюють запільну здатність.

Зерно сорго – зернівка дуже різноманітної форми і кольору. Найчастіше зернівка має округлу, сплюснуту форму і має кремовий, білий, червоний і коричневий колір. Інколи зернівка має п'ятнистий колір [9].

Зерно сорго має широкий діапазон кольорів, таких як білий, кремовий, жовтий, помаранчевий, бронзовий, червоний, коричневий, і різні комбінації цих кольорів.

Багато видів сорго поряд з високою якістю зерна і зеленої маси містять в зерні танин і синильну кислоту в листках і стеблах рослин, що в деяких випадках призводить до отруєння тварин. Для запобігання отруєння ціаністими речовинами, зелену масу пров'ялюють 3-4 години, а потім згодовують худобі [1, 2].

1.3 Вимоги сорго до умов навколишнього середовища

Світло. Сорго світлолюбна рослина і відноситься до рослин короткого дня і відзначається підвищеними вимогами до інтенсивності освітлення.. Збільшення тривалості дня спричиняє затримку переходу до репродуктивного розвитку. Найвища інтенсивність фотосинтезу спостерігається в період від наливу зерна до повної стиглості. Ослаблена радіація в період репродуктивного розвитку спричиняє значну втрату врожаю. Похмура погода другої половини вегетаційного періоду спричиняє затримку дозрівання сорго. Сорго активно використовує синю ділянку світлового спектру [11].

Похмура погода з великою хмарністю, особливо в другій половині літа затримують дозрівання сорго. При загущених посівах урожай сорго зменшується.

Тепло. Сорго теплолюбна рослина, бо має південне походження. Вимоги сорго до температурного режиму підвищені. Насіння сорго проростає при температурі 10 °С. При зниженні температури до 8 °С зерно зовсім не проростає. За даними В.Я. Щербакова оптимальною температурою впродовж вегетаційного періоду сорго є температура 20 – 30 °С. Сорго не має відзнак зимостійкості, пошкоджується при температурі 0 °С і гине при температурі - 2 - -3 °С.

За дослідженнями Іванової – Зубкової сорго в період від сівби до сходів вимагає оптимальних температур 15 – 20 °С. Краще себе відчуває сорго при сівбі після стійкого переходу температури повітря через 10 °С. Від сівби до появи сходів сорго вимагає суму ефективних температур 70 – 90 °С.

Високі температури сорго переносить краще, ніж кукурудза. За температур вище 38-39 °С рослини пригнічуються.

В окремі періоди розвитку сорго вимагає неоднакової кількості тепла. Найбільш вимогливе воно до тепла в період від сходів до викидання волоті – 1400 – 2100 °С. В цей період сорго повільно накопичує рослинну масу. Від сівби до сходів сорго потрібно 243 – 297 °С. Оптимальними температурами від сходів до викидання волоті є температура 23 – 28 °С. Загальна сума температур за вегетаційний період від сівби до дозрівання сорго є сума ефективних температур 2200 – 3800 °С.

Цвітіння рослин, налив зерна та його дозрівання проходять за температури 18 – 23 °С. За цей період накопичується сума ефективних температур 315 – 325 °С [21].

Волога. Висока посухостійкість цієї культури визначається сильно розвиненою кореневою системою, високою здатністю вбирати вологу і особливістю асиміляційного апарату. Робота листового апарату сорго поновлюється одночасно з тургором листя навіть після 12-14 днів посухи, в той час як у кукурудзи асиміляційний апарат ушкоджується після семиденної посухи. Листя і стебло сорго покриті восковим нальотом, що зменшує випаровування. На формування одиниці врожаю сорго використовує в 1,5-2,0 рази менше води, ніж інші зернові культури, що дає йому великі переваги при вирощуванні в зоні з обмеженими ресурсами вологи [2, 10, 17, 21].

Сорго відноситься до групи неофітів. Воно легко відновлює життєдіяльність після тривалого в'янення і глибокого обезводжування. По засухостійкості сорго займає друге місце після проса серед зернових культур. Для проростання зерна сорго необхідно 25 % води від маси зернівки. Для більш ефективного використання вологи з ґрунту і опадів

рослини сорго утворюють другорядне коріння. Анатомічна будова коріння, дуже розвинені водопровідні тканини стебел, коріння і листя дозволяють використовувати вологу за значень, близьких до мертвого запасу. Транспіраційний коефіцієнт дуже варіює від 225 до 447, що свідчить про те, що на будову одиниці сухої речовини потрібно значно менше вологи, чим іншим культурам.

При дуже сильних посухах листя сорго закінчує транспірацію. Після дощу життєдіяльність рослин швидко відновлюється і втрата врожаю не перевищує 30%. При очень сильных засухах листья сорго прекращают транспирацию. После дождей жизнедеятельность растений быстро восстанавливается, потеря урожая не превышает 30%.

Сорго ефективно використовує вологу другої другої половини літа. Якщо достатньо світла і тепла, то підвищена волога не впливає на сорго негативно.

Навідчутніше реагує сорго на зменшення вологості ґрунту в період від кушіння до дозрівання. Не зважаючи на високу посухостійкість сорго добре реагує на добре зволоження ґрунту. При випадінні дощу і поливах сорго збільшує врожай у 2-4 рази.

Посушливі умови спричиняють запал і захват зерна сорго. Дуже несприятливі умови для росту і розвитку сорго складаються за дефіциту насичення вище 40-45 гПа.

Ґрунти. Сорго невимоглива до ґрунтів культурою і з вимагає вирощування на чорноземах і каштанових ґрунтах різного механічного складу. Також добре сорго почуває себе на родючих середньо-суглинистих карбонатних чорноземах. Непогані результати воно дає і на легких за механічним складом ґрунтах. На думку американських учених, урожайність цієї культури в більшій мірі залежить від родючості ґрунту, чим від її фізичного стану. Невисока вимога сорго до ґрунту дозволяє використовувати його в якості першої культури при освоєнні еродованих схилів. Непридатні

для сорго можна вважати тільки надмірно зволожені заболочені ґрунти з близьким заляганням ґрунтових вод.

Технологія виробництва: Попередники: сорго не вимогливе до попередників. Кращими попередниками є зернові колосові і зернобобові. При виборі попередника слід враховувати засміченість полів і те, що перші 30-35 днів сорго повільно зростає і є слабким конкурентом по відношенню до бур'янів.

Підготовка ґрунту до посіву: полягає у внесенні гербіциду суцільної дії на основі гліфосату 1,5-2 л/га + 0,5 л/га 2,4-Д на основі ефіру.

Сівба проводиться монодисковою сівалкою Turbosem II при температурі ґрунту +12 — +15°C на глибині 10 см. Насіння висівається на глибину 4-5 см. Норма висіву насіння 140-180 тис. шт./га. Сходи з'являються на 6-8 день. При сівбі слід побоюватися загущення посівів, це пов'язано з тим, що сорго здатне кущитися. Сівба виконується з шириною міжряддя 38 см. Одночасно з посівом вносяться добрива діаммофоска (10: 26: 26) нормою 100 кг/га. Відразу після посіву проводиться внесення ґрунтового гербіциду Примекстра TZ Голд 500 нормою 4,5 л/га. Догляд за посівами полягає у захисті від бур'янів і шкідників.

Для боротьби з вегетуючими бур'янами застосовують наступні препарати: Прима - 0,4-0,6 л/га, Пік - 0,015-0,02 кг/га, Диален Супер - 0,8 л/га у фазу 3-5 листків у культурі. У пізніші фази (6-8 листків) застосування гербіцидів згубно діє на рослини сорго.

Із шкідників найбільша шкода від моменту сходів до дозрівання приносить злакова попелюха. Найбільш ефективним прийомом боротьби є внесення інсектицидів - БИ- 58 Новий - 1 л/га, Нурел Д - 0,7 л/га, Караті Зеон - 0,2 л/га.

Сорго в сівозміні розміщують після озимих та ярих хлібів, зернобобових, гречки та інших культур. Воно добре виносить повторні посіви. Сорго може бути задовільним попередником ярих хлібів, але краще після нього розміщувати в сівозміні чистий або зайнятий пари. Іноземний

досвід свідчить про те, що цукрове сорго часто можна вирощувати на маргінальних землях, непридатних для інших культур, наприклад, при високій солоності або піщаних ґрунтах, виробляючи додаткову їжу і паливо без необхідності витіснити існуючі культури.

Сівбу сорго проводять у квітні-травні. Технологія вирощування сорго не вимагає нової специфічної техніки та обладнання, використовується призначена для кукурудзи і соняшнику, за винятком віничного сорго, яке збирають вручну, зрізуючи верхню частину рослин (60–70 см завдовжки) на початку воскової стиглості зерна, коли стебла ще зеленуваті. Зерно з мітелок вичісують, мітелки сортують, досушують і відправляють для виготовлення віників, щіток.

Збирання врожаю проводиться у фазі повної стиглості прямим комбайнуванням, при цьому проводиться зріз тільки верхній частині рослин. При необхідності слід виконати десикацію посівів при вологості зерна 30-32% препаратами на основі гліфосатів (Раундап, Директор) 2,5-3 л/га або дикватів (Реглон Супер) — 3 л/га.

Зібране зерно необхідно довести до вологості 14%.

Шкідники і хвороби сорго. Сорго відзначається підвищеною стійкістю до пошкодження шкідниками та хворобами, бо воно містить у листках високий вміст дурину та танину.

Шкідники. Головними шкідникам сорго є злакова тля, кукурузний метелик, совки, та різновиди дротяників. Особливо небезпечна злакова тля. Найчастіше сорго пошкоджує листова тля виду (*Toxoptera graminis bond*). Появі цього шкідника сприяє волога тепла погода. Найнебезпечніший цей шкідник для рослин, які знаходяться у фазі 5 – 6 листків.

Злакова тля найбільш шкідлива. Із 20 видів сорго пошкоджують сім видів. В Степовій зоні України сорго пошкоджується листовою тльою, яка в умова вологої і теплої погоди може длавати 10-12 поколінь. Особливо небезпечно для сорго поява листової трі в період 5- 6 листків.

Совки (Noctuidae). Другим поширеним шкідником сорго є два види совок : озима і південна.

Дротяники та личинки жуків (Elateridae) і личинки жуків – чорнотілок (*Tenebrionidae*) пошкоджують найчастіше проросле насіння. Особливо вони небезпечні в посушливі роки, так як в посушливі роки створюються оптимальні умови для їх розмноження.

Хвороби сорго можна розділити на чотири групи: ті, що спричиняють загнивання насіння, ті що спричиняють пошкодження листків, ті , що спричиняють пошкодження волоті та ті що спричиняють гнилість коріння та стебел.

Найнебезпечнішим захворюванням вважається пліснява насіння, яка спричиняється грибками із роду *Alternaria*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Penicillium* та ін.

Серед захворювання листя найбільш розповсюдженими є бактеріози, які пошкоджують зерновки у фазі молочно-воскової стиглості.

Також сорго пошкоджується пиловою (*Sphacelontera reliana*) та твердою (*Sp. Sorgi*) головною.

До хвороб стебел та коріння відноситься стеблова та коренева гнилі. В наслідок пошкодження стебел відбувається розм'якшення серцевини і рослини полягають [21].

Сорти і гібриди сорго. Сорго зернове вирощується переважно на зерно, але в останній час високорослі гібриди вирощуються на силос і монокорм.. В Україні в останні роки найбільш поширені сорти: Українське 107, Кубанське червоне 1677, Генічеське 1, гібрид Степовий 5, гібрид Кормовий 5, Оранжеве 160.

Українське 107. Високорослий сорт 136 – 160 см. Дуже теплолюбний. Особливо проявляється теплолюбність сорту після появи сходів. Сорт має високу посухостійкість Тривалість вегетаційного періоду 125 – 145 днів, сорт середньостиглий. Врожайність коливається від 35 до 42 ц/га. Сорт стійкий до хвороб і шкідників.

Кубанське червоне 1677 рослина середньо росла висотою 100-150 см. Кущистість середня. Сорт посухостійкий. Зерно світло або жовтувато-червоне, інколи з фіолетовим відтінком середнє за величиною, без гірчичне. Тривалість вегетаційного періоду 110-125 днів, сорт середньостиглий. Врожайність висока – 40 – 50 ц/га.

Сорт Генічеське II виведений на Генічеській дослідній станції методом відбору із гібридів сортів Хігері раннє та Жовтозерне. Рослина невисока. Довжина стебла 87-98 см. Сорт має прямостоячу волоть довжиною 20-30 см. Зернівка округло-яйцевидна, сіро-білого кольору. Тривалість вегетаційного періоду становить 92 – 136 днів. Сорт середньоранній. Врожайність висока – 40 – 50 ц/га.

В останні роки сівба сорго здійснюється часто насінням гібридів із США. Ці гібриди дуже вологолюбні вирощуються переважно на зрошуваних землях. Вони порівняно низькорослі, порівняно скоростиглі. Гібриди сорго із США в при зрошенні характеризуються добре сформованим листям і стеблом. Волоть прямостояча, зерно крупне червоного або оранжевого кольору. Урожайність висока – більше 60 ц/га. Але гібриди сильно ушкоджуються бактеріальною плямистістю листя.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА АГРОЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО В ПІВДЕННИХ ОБЛАСТЯХ УКРАЇНИ

Для досліджень агрометеорологічних умов вирощування сорго в південних областях України були розраховані агрометеорологічні показники по між фазних періодах розвитку: сівба – сходи; сходи – цвітіння волоті; цвітіння волоті – воскова стиглість та за весь вегетаційний період. (табл. 2.1 – 2.4).

Як видно з табл. 2.1 сівба сорго в південних областях України відбувається наприкінці квітня - першій декаді травня. Сходи з'являються в північних районах зони в другій половині другої декади травня, в південних районах – у першій п'ятиденці другої декади травня. Якщо аналізувати по областях, то раніше сівба і сходи з'являються в Херсонській області, трохи пізніше – в Одеській. В цілому тривалість періоду сівба – сходи становить 13 – 16 днів. За цей період накопичується сума активних температур від 214 °С в Одеській області до 220 °С - в Херсонській. Сума ефективних температур в середньому становить 70 - 75°С. Середня температура за період сівба – сходи коливалась в межах від 13,8 в Миколаївській області до 15,2 – в Одеській області.

Опади випадали нерівномірно і в середньому за період сівба – сходи становили в Одеській області 23 мм, в Миколаївській області – 22 мм та 17 мм в Херсонській області.

Цвітіння сорго (табл. 2.2) в досліджуваному районі наставало в середньому багаторічному наприкінці третьої декади липня і не дуже відрізнялось календарними строками по областях. Тривалість періоду коливалась від 68 до 75 днів по станціях, а в середньому по областях мало відрізнялась і становила. За цей період найменша сума активних температур накопичувалась в Одеській області і коливалась від 1190 до 1560 °С.

Таблиця 2.1 - Агрометеорологічні показники розвитку сорго в період від сівби до сходів

ОБЛАСТЬ	СТАНЦІЯ	Температура за	Тривалість періоду	Сума активних температур	Сумма ефективних температур, С	Сумма опадів, мм	Дата сівби	Дата сходів
Одеська	Любашівка	14.6	17	250	83	23	28.IV	15.V
	Сербка	16,2	24	190	59	23	28.IV	22.V
	Болград	15.9	10	225	91	23	9.V	19.V
15.9		14	214	69	23	4.V	18.V	
Середнє	Вознесенськ	16.1	14	206	72	21	4.V	18.V
	Баштанка	14.3	13	215	78	19	5.V	18.V
Середнє	Олександрівка	13.8	12	216	73	26	5.V	17.V
	Херсонська		14,7	13	212	74	22	29.IV
Асканія-Нова		14.5	12	221	77	17	29.IV	11.V
Генічеськ		14.5	20	222	70	16	21.IV	12.V
Н. Каховка		14,4	15	222	71	18	30.IV	15.V
Середнє		14,5	16	222	73	17	27.V	13.V

Таблиця 2.2 - Агрометеорологічні умови розвитку сорго в період від сходів до цвітіння

Область	Станція	Середня дата		Тривалість періоду , (дні)			Сума активних температур, (°C)			Сума ефект. т-р, C	Сумма опадів (мм)	ГТК
		сходи	цвітіння	середня	max	min	середня	max	min			
Одеська	Любашівка	15.V	28.VII	74	85	66	1369	1607	1191	230	139	1.0
	Сербка	22.V	29.VII	68	88	59	1304	1448	1162	340	113	0.8
	Болград	19.V	24.VII	66	78	55	1364	1551	1068	347	126	0.9
Миколаївська	Вознесенск	18.V	28.VII	71	88	34	1461	1774	1262	395	130	0.8
	Баштанка	15.V	29.VII	75	96	61	1402	1869	1184	318	138	0.9
Херсонська	Олександрівка	11.V	22.VII	72	77	58	1383	1715	1156	350	111	0.8
	Генічеськ	12.V	25.VII	74	84	60	1453	1638	1151	383	111	0.7
	Асканія Нова	15.V	26.VII	72	84	62	1460	1689	1242	399	117	0.8
		15.V	27.VII	73	84	58	1485	1733	1278	414	115	0.8

Таблиця 2.3 –Агromетeорологічні показники розвитку сорго від цвітіння до воскової стиглості

Область	Станція	Середня дата		Тривалість періоду , (дні)			Сума активних температур, (°C)	Сума ефективних температур, (°C)	Сума опадів, (мм)	ГТК	Середній дефіцит насичення повітря (Мб)
		Цвітіння	Воскова стиглість	середня	max	Min					
Одеська	Любашевка	27.VII	7.IX	41	55	31	770	186	69	0.8	10.2
	Сербка	29.VII	6.IX	39	50	30	801	242	48	0.6	12.0
	Роздільна	27. VII	4.IX	39	44	29	816	248	47	0.6	11.8
	Болград	24. VII	28.VIII	35	51	16	761	205	48	0.6	10.9
	Ізмаїл	26. VII	1.IX	37	60	12	711	207	54	0.7	10.4
Миколаївська	Вознесенск	28.VII	28. VIII	31	64	11	666	202	44	0.6	12.3
	Баштанка	29.VII	31. VIII	33	41	20	681	209	40	0.6	12.5
	Олександрі	26.VII	25. VIII	30	46	14	633	197	41	0.5	12.6
Херсонська	Генічеськ	25.VII	25.VIII	31	42	15	690	244	37	0.5	13.0
	Аскания-Нова	26. VII	30. VIII	35	48	26	752	232	34	0.4	13.3
	Нова Ках.	27. VII	11.IX	36	57	25	738	225	35	0.5	13.2

Таблиця 2.4 –Агрометеорологічні умови розвитку сорго від сівби до воскової стиглості

Область	Станція	ДАТА		Тривалість періоду (дні)	Середня тем-ра повітря °С	Сума активних температур °С	Сума ефектив температур °С	Сума опадів мм	ГТК
		Сівба	Воскова стиглість						
Одеська	Любашевка	28.IV	7.IX	134	17.7	2389	449	231	0.9
	Роздільна	28.IV	9.IX	133	17.4	2446	598	233	0.9
	Сербка	9.V	6.IX	120	17.8	2295	641	184	0.8
	Болград	4.V	28.VIII	119	19.0	2350	643	191	0.8
	Середнє	4.V	28.VIII	119	18.9	2277	623	221	0.85
Миколаївська	Вознесенск	5.V	28.VIII	115	18.8	2333	669	200	0.8
	Баштанка	5.V	31.VIII	121	19.5	2329	686	214	0.9
	Олександрівка	29.IV	31.VIII	124	17.9	2298	605	195	0.8
	Середнє	29.IV	25.VIII	118	18.4	2219	833	188	0.85
Херсонська	Генічеськ	21.IV	25.VIII	126	18.6	2362	706	177	0.7
	Аскания-Нова	30.IV	30.VIII	122	18.6	2433	708	170	0.7
	Нова Ках.	30.IV	30.VIII	122	18.7	2520	709	176	0.7
	Середнє	27.V	28.VIII	123	18,6	2442	708	174	0,7

Найвищі суми активних температур за період сходи – цвітіння сорго спостерігались в Херсонській області і становили від 1151 до 1780 °С. Динаміка сум ефективних температур вище 10 °С має таку ж тенденція по областях і становить відповідно 230 – 347 °С в Одеській області, 318 – 380 °С – в Миколаївській та 383 – 414 °С – в Херсонській.

Опади по території випадали нерівномірно. В Одеській області найменше опадів було в Сербці – 113 мм, найбільше в Любашівці – 139 мм. В Миколаївській області найменше опадів спостерігалось в Олександрівці – 111 мм, най більше – у Вознесенську - 138мм, в Херсонській області найменша сума опадів спостерігалась в Генічеську - 111мм, найбільша – в Новій Каховці - 117 мм.

Коефіцієнт зволоження Г.Т. Селянінова (ГТК) найвищим відзначався в Одеській області (Любашівка -1,0 відн.од,) найменшим на ст. Болград – 0,8 відн. од. В Херсонській і Миколаївській областях ГТК в період від сходів до цвітіння сорго коливався від 0,8 в Миколаївській області до 0,6 – в Херсонській. В цих областях складались посушливі умови в період від сходів до цвітіння сорго.

Воскова стиглість сорго в Південних областях України в середньому багаторічному настає наприкінці серпня – в першій декаді вересня. Тривалість між фазного періоду цвітіння – воскова стиглість коливається по областях від 20 до 60 днів і значною мірою залежить від комплексу агрометеорологічних умов, які складаються в цей період.

Відомо, що всі сільськогосподарські культури в процесі свого розвитку вимагають різних умов навколишнього середовища. Є періоди найбільших вимог до будь-якого елемента. Ці періоди мають назву «критичних». Нами встановлено критичний період сорго по відношенню до вологи. Згідно з дослідженнями В.Я. Щербакова цей період відзначається за 10 днів до викидання волоті та 20 днів після викидання волоті Оскільки даних по викиданні волоті не було, то вибрали два періоди:

1.10 днів до цвітіння плюс 20 днів після цвітіння.

2.10 днів до цвітіння плюс 30 днів після цвітіння.

Були отримані статистичні зв'язки врожайності сорго з кількістю опадів за вищевказані періоди. Аналіз зв'язків показав, що більш тісний зв'язок урожайності сорго з опадами за період 10 днів до цвітіння плюс 20 днів після цвітіння. Коефіцієнт кореляції між урожаєм і сумою опадів становить $R = 0.62 + 0.17$ Зв'язок урожаю з сумою опадів за другий період менш тісна, коефіцієнт кореляції $R = 0.49 + 0.16$.

3 ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОРГО

3.1 Динаміка врожаїв сорго

В дослідженнях В.М. Пасова, Ф.Г. Когана, Ю.С. Мельника, Ю.І. Чиркова і інших динаміка врожайності сільськогосподарських культур розглядається як результат зміни рівня культури землеробства, на фоні якого спостерігаються випадкові коливання, які пов'язані з особливостями погоди кожного конкретного року.

Манеля А.І. встановлено, що просторові зміни середнього рівня врожайності є наслідком властивостей ґрунтово - кліматичних умов території вирощування [4, 7].

Ґрунтово-кліматичні умови змінюються дуже повільно. Господарські умови змінюються значно швидше. Тому зміни врожайності в часі, яке пов'язане з культурою землеробства прийнято характеризувати плавною лінією, яка має висхідний або низхідний характер і називається трендом.

Колівання врожайності від лінії тренда головним чином залежать від метеорологічних умов.

Для південних областей України за даними середніх по області врожаїв сорго були побудовані графіки динаміки врожаїв і розраховані лінії трендів (рис. 3.1 – 3.3). Рівняння ліній трендів наводяться в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Рівняння ліній трендів урожаю сорго в південних областях України

Область	Рівняння лінії тренда	Кількість років
Одеська	$Y = - 0,1976x + 44,26$	30
Миколаївська	$Y = - 0,132x + 38,53$	29
Херсонська	$Y = 0,1098x + 30,39$	28

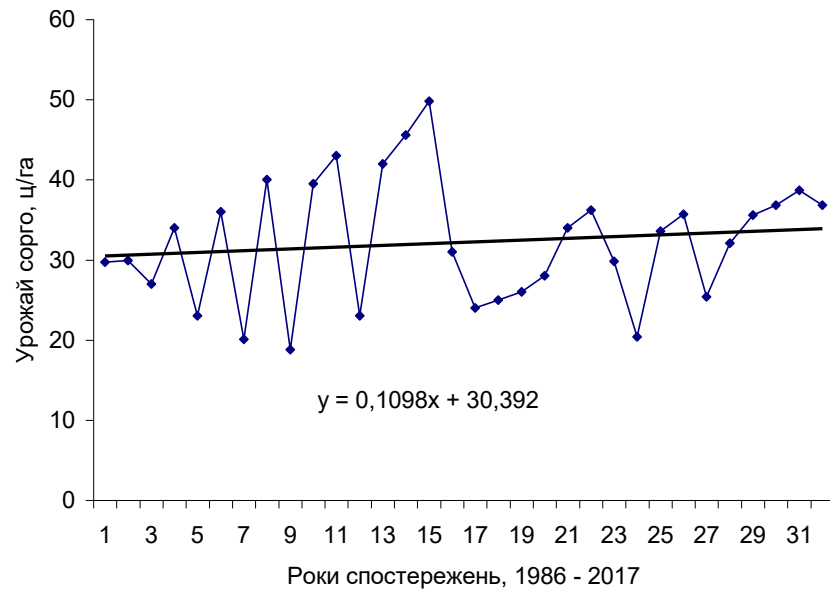


Рисунок 3.1 – Динаміка середнього по області врожаю сорго і лінія тренда в Херсонській області

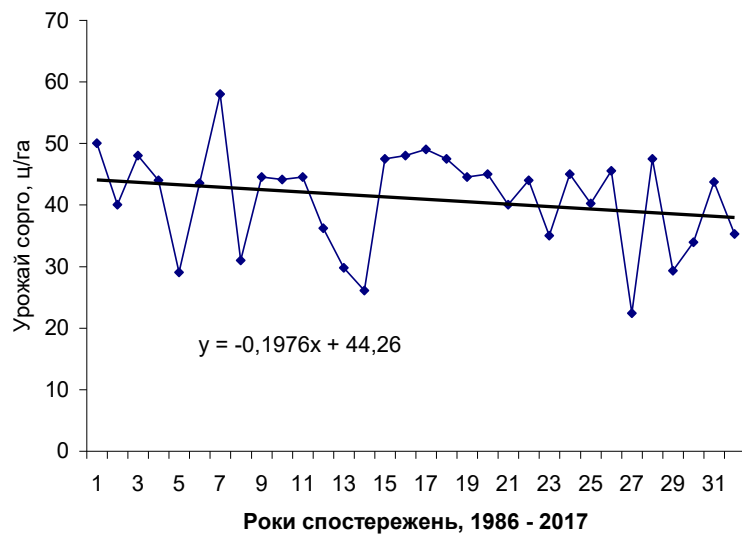


Рисунок 3.2 – Динаміка середнього по області врожаю сорго і лінія тренда в Миколаївській області

Таблиця 3.2 - Агрометеорологічні показники розвитку сорго в роки з високими і низькими врожайми

Роки	Урожай	Сходи – викидання волоті				Викидання волоті – повня стиглість			
		N, дні	T, °C	R, мм	D, мм	N, дні	T, °C	R, мм	D, мм
Роки з низькими врожайми Одеська область									
1999	26,1	47	16,4	60	7,7	32	21,1	53	12,6
2012	22,4	31	18,2	12	9,1	57	17,4	14	8,6
Херсонська область									
2009	20,4	32	18,4	13	14,9	36	18,4	24	9,6
2012	23,8	37	18,4	11	9,2	33	19,8	13	11,1
Роки з високими урожайми Одеська область									
1992	58,0	33	18,5	66	7,1	21	22,1	47	8,2
2013	47,5	37	17,6	64	7,1	36	21,8	71	7,3
Херсонська область									
1999	50,0	54	17,6	151	6,8	33	19,8	80	8,7
2001	54,5	48	17,2	144	5,6	30	19,3	70	7,9
2007	46,1	38	18,9	136	5,9	36	19,5	69	7,7

Як видно із табл. 3.2 не зважаючи на високу посухостійкість сорго на врожай впливає зволоження впродовж всього вегетаційного періоду. Як в Одеській, так і в Херсонській областях низькі врожаї сформувались в роки, коли сума опадів як в період від сходів до викидання волоті, так і в період від викидання волоті сума опадів була зовсім недостатньою для розвитку рослин. Крім того температура повітря в період від сходів до викидання волоті була нижче оптимальної як в Одеській, так і в Херсонській і Миколаївській областях. Невисокі температури і нестача опадів затримували розвиток рослин і тривалість між фазних періодів збільшувалась. Негативну роль відіграє у формуванні продуктивності сорго і дефіцит насичення повітря волого. Значення дефіциту насичення повітря в роки з низькими врожаєми перевищувало 9 – 11 мм, особливо у між фазний період від викидання волоті до повної стиглості.

3.2 Вплив агрометеорологічних факторів на формування врожаїв сорго

У сорго високі вимоги до забезпечення вологою від сходів до викидання волоті. Враховуючи які метеорологічні показники найбільш впливові на формування продуктивності сорго були побудовані графіки залежності врожаїв сорго з такими агрометеорологічними показниками: середньою температурою повітря, дефіцитом насичення повітря вологою, сумою опадів за між фазні періоди та висотою рослин на дату викидання волоті за між фазні періоди : сходи – викидання волоті та цвітіння – воскова стиглість (рис. 3.4 – 3.5). Були розраховані коефіцієнти кореляції і розроблені статистичні рівняння (табл. 3.3).

Зв'язок урожайності сорго, як свідчать табл. 3.3 та рис.3,4 та 3,5 з усіма метеорологічними факторами за період від сходів до цвітіння волоті досить тісний і характеризується значимими коефіцієнтами кореляції. Це свідчить про те, що сорго досить теплолюбна рослина і добре реагує на добре

зволоження і при оптимальному значення цих факторів в період від сходів до викидання волоті формує добрий врожай насіння

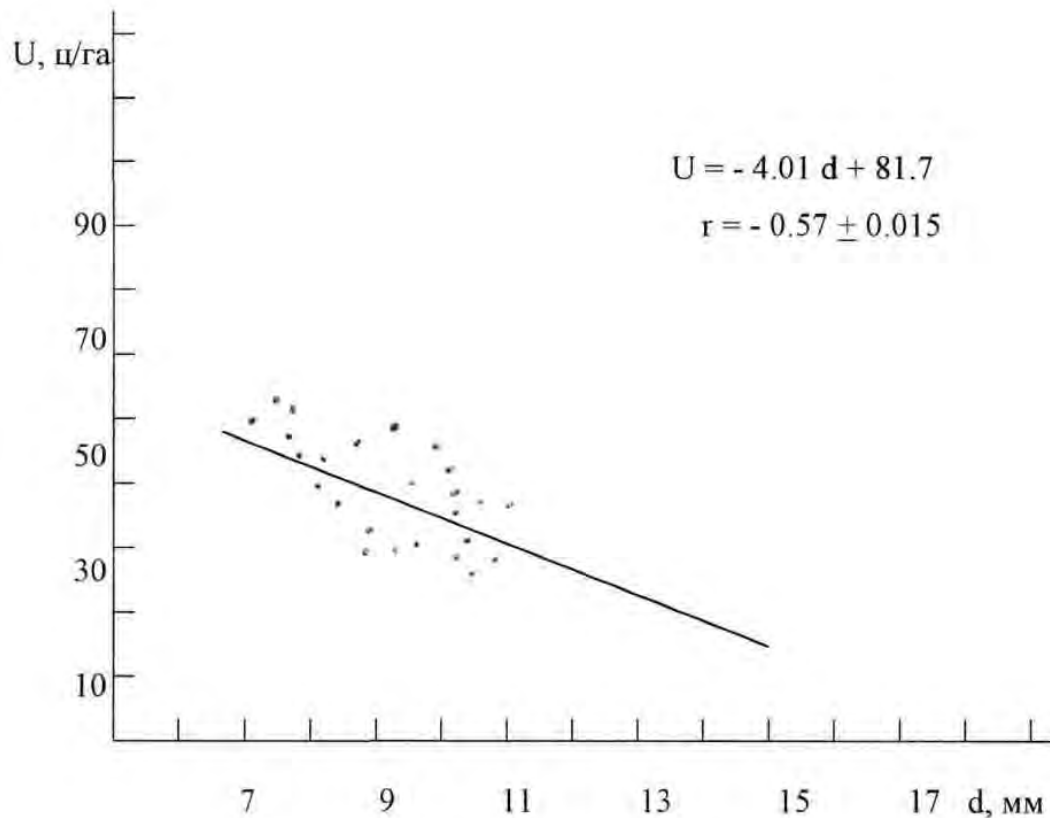


Рисунок 3.4 - Зв'язок урожайності сорго із середнім дефіцитом насичення повітря за період сходів –викидання волоті

Найвище значення коефіцієнта кореляції спостерігається із сумою опадів. Це свідчить про те, що сорго посухостійка рослина, але добре реагує на оптимальне зволоження.

В табл. 3.3 наводяться рівняння статистичних зв'язків врожаїв сорго з різними агрометеорологічними показниками.

Зв'язок урожайності із середньою температурою повітря та із середнім дефіцитом насичення повітря за період сходів – викидання волоті мають зворотний зв'язок.

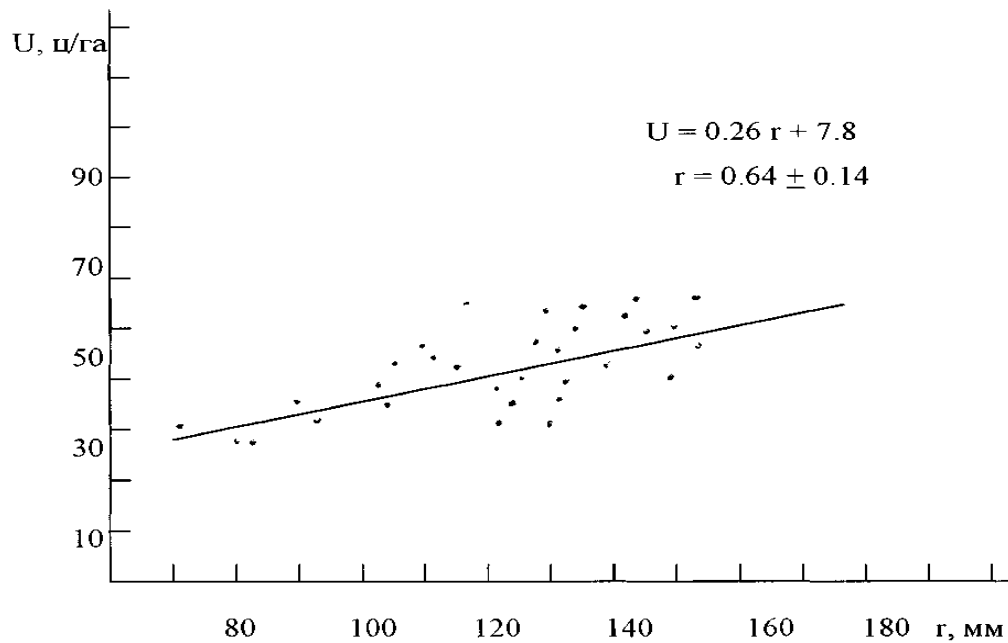


Рисунок 3.5 - Зв'язок урожайності сорго із сумою опадів за період сходи-викидання волоті

Таблиця 3.3 – Рівняння зв'язку врожаїв сорго з різними метеорологічними факторами за період сходи – викидання волоті

Фактори	Рівняння зв'язку	Коефіцієнт кореляції
Середня температура повітря (X)	$U = -11.65 t + 271.93$	$= -0.64 + 0.16$
Недостаток насичення воздуха (d)	$U = -4.01 d + 81.70$	$= -0.55 + 0.15$
Сумма осадков (R)	$U = 0.25 R + 7.84$	$= 0.64 + 0.14$

Це свідчить про те, що знижені температури повітря будуть спричиняти несприятливі умови для формування врожаю сорго.

Зелена маса рослини затримується в рості, тому що листя і волоть не ростуть, а стебло дає лиш незначний приріст.

В південних областях цвітіння сорго відбувається переважно у першій декаді липня, а воскова стиглість настає майже через місяць, а іноді і більше.

З метою встановлення впливу агрометеорологічних умов на формування продуктивності сорго були також побудовані графіки залежності врожаїв від метеорологічних факторів за період від цвітіння волоті до воскової стиглості і розрахований статистичний зв'язок урожаю з метеорологічними факторами за період від цвітіння волоті до воскової стиглості. Графіки були побудовані з такими факторами: а) середня температура повітря (рис. 3.6); б) середній дефіцит насичення повітря (рис.3.7), в) сума опадів (рис.3.8,3.9), висота рослин на дату цвітіння (рис.3.10)

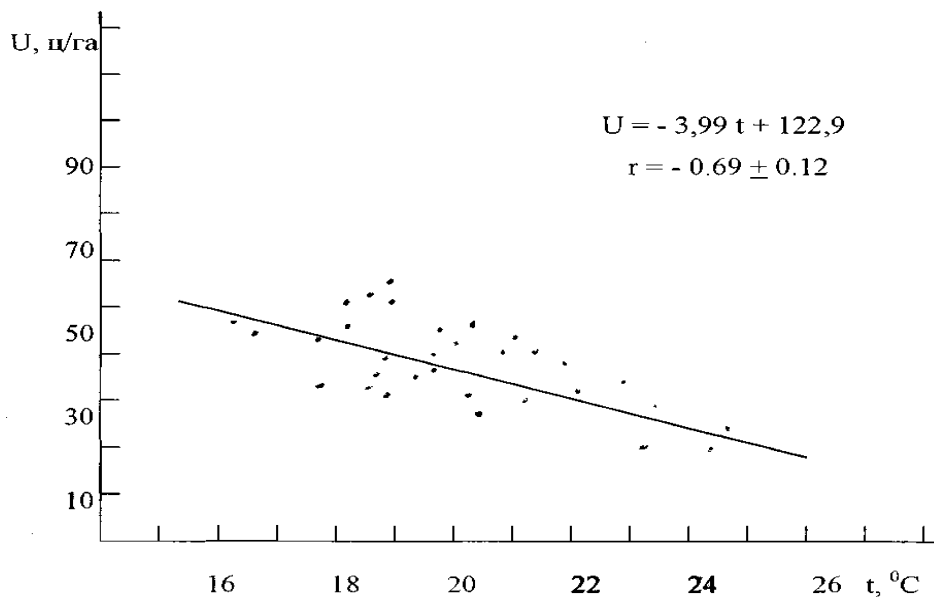


Рисунок 3.6 - Зв'язок урожайності сорго із середньою температурою повітря за період цвітіння-воскова стиглість

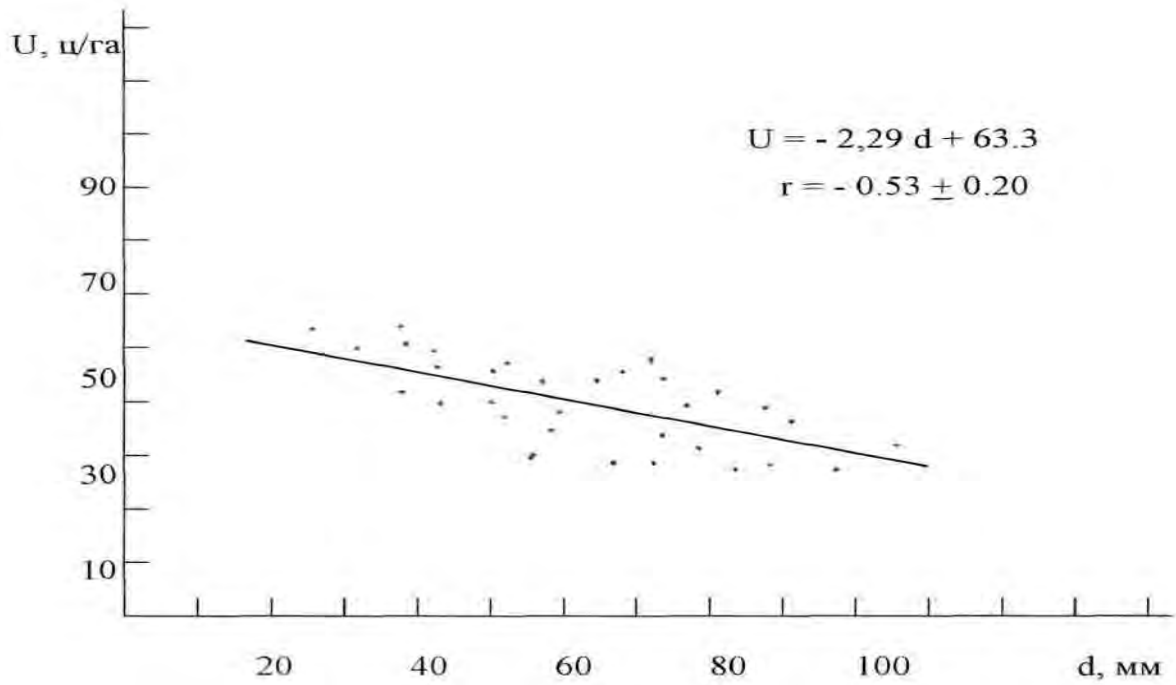


Рисунок 3.7 – Зв'язок урожайності сорго із середнім дефіцитом насичення повітря за період цвітіння волоті – воскова стиглість

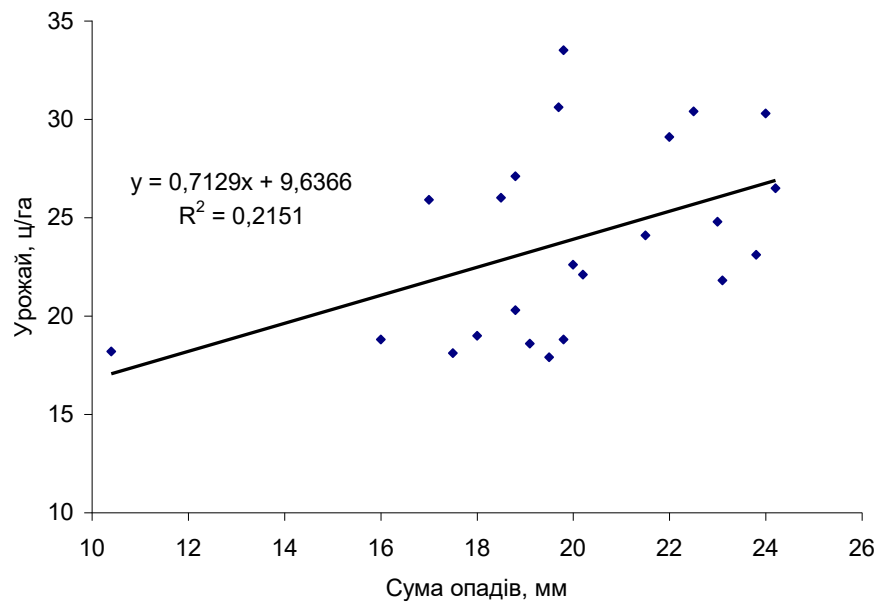


Рисунок 3.8 – Залежність врожаїв сорго від сум опадів за період цвітіння-воскова стиглість

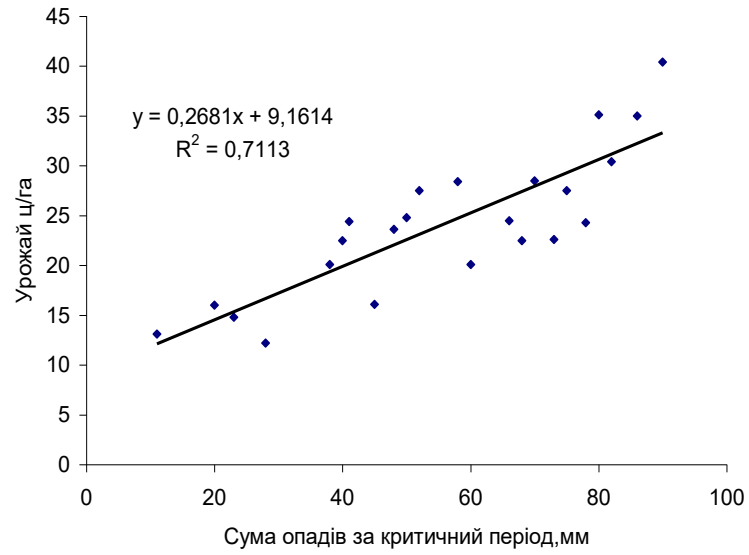


Рисунок 3.9 - Зв'язок урожаїв сорго із сумою опадів за критичний період

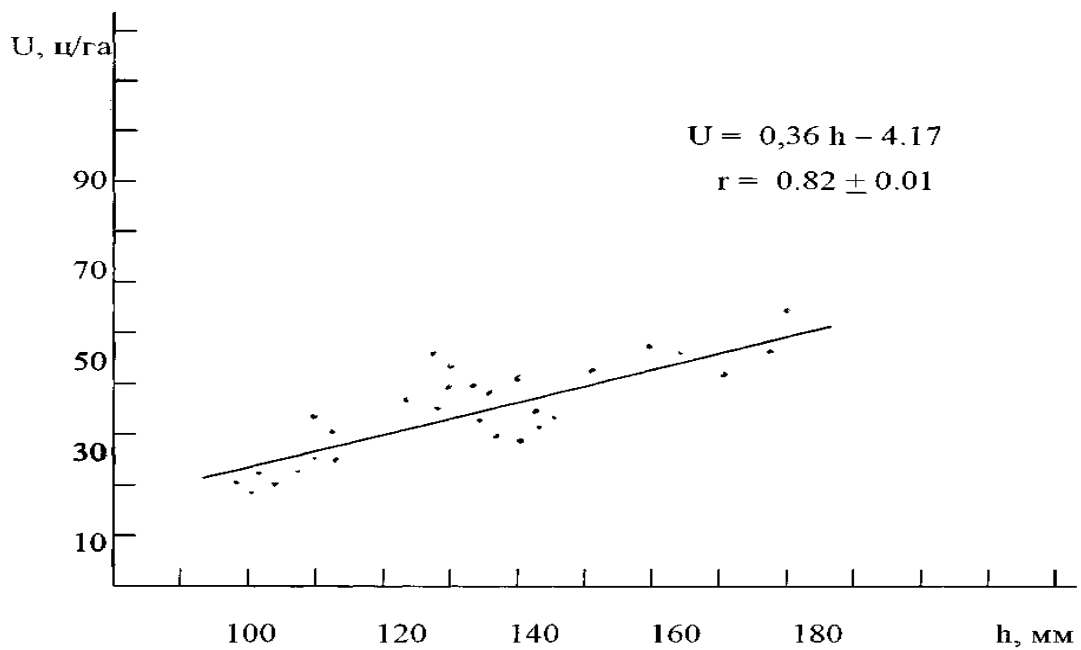


Рисунок 3.10 - Зв'язок урожайності сорго с висотою рослин на дату цвітіння

Таблиця 3.4 – Статистичні рівняння зв'язку врожайності сорго з агрометеорологічними факторами за період цвітіння-воскова стиглість

Фактор	Рівняння зв'язку	Похибка рівняння	Коефіцієнт кореляції
Середня температура повітря (t)	$U = -3.99 t + 122.91$	6.38	$= -0.69 + 0.12$
Середній дефіцит насичення повітря (d)	$U = -2.29d + 67.31$	6.39	$= -0.53 + 0.16$
Сума опадів (R)	$U = 0.33 R + 28.27$	7.03	$= 0.68 + 0.12$
Висота рослин на дату цвітіння (h)	$U = 0.36 h - 4.17$	4.28	$= 0.82 + 0.01$

Таблиця 3.5 – Статистичні зв'язки врожайності сорго з метеорологічними факторами за критичний період

Область	Рівняння	Похибка рівняння	Коефіцієнт регресії
Одеська	$U = -2.16t + 0.1294 R + 0.00810 h + 82.70$	3.76	$0.61 + 0.15$
Миколаївська	$U = -1.18 t - 0.11306 R + 0.48431 h + 12.61$	3.28	$0.61 + 0.11$
Херсонська	$U = -0.97 t + 0.23885 R + 0.01652 h + 51.22$	3.87	$0.58 + 0.12$

Як видно із табл. 3.5 зв'язок урожайності з усіма вибраними факторами досить тісний і характеризується високими значеннями коефіцієнтів кореляції. Найтісніший зв'язок урожайності з висотою рослин на дату цвітіння.

Окрім встановлених статистичних залежностей також були розраховані статистичні залежності врожайності сорго із метеорологічними факторами за

критичний період розвитку сорго , 10 днів до цвітіння волоті плюс 20 днів після закінчення цвітіння(табл.3.6, рис. 3.9, 3.10, 3.11): середньою температурою повітря, сумою опадів і висотою рослин.

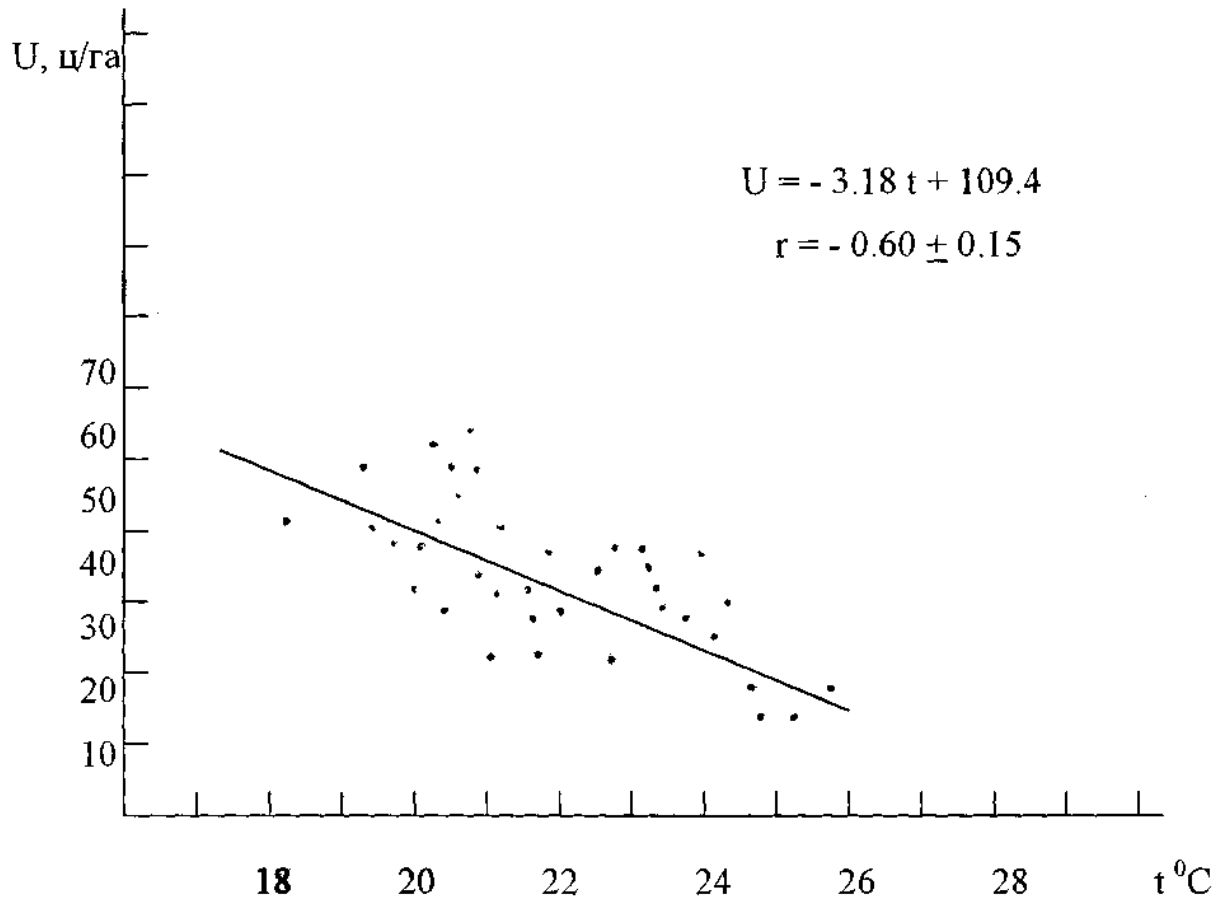


Рисунок 3.11 - Залежність врожаю сорго від середньої температури повітря за критичний період

Як видно із табл. 3.5 статистичні зв'язки урожайності сорго із агрометеорологічними показниками за критичний період характеризуються високими значеннями коефіцієнтів множинної регресії.

4 ОЦІНКА УМОВ ФОРМУВАННЯ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ КАТЕГОРІЙ ВРОЖАЙНОСТІ СОРГО

Як відомо, урожай сільськогосподарських культур формується під впливом великої кількості факторів. Х.Г. Тоомінгом було запропоновано для оцінки умов формування врожаїв сільськогосподарських культур використовувати чотири агроєкологічних категорії врожайності, кожна із яких обумовлюється певним фактором: потенційний врожай (ПВ) зумовлюється надходженням сонячної радіації, метеорологічно можливий врожай (ММВ) зумовлюється тепло і волого забезпеченням культури, дійсно можливий врожай (ДМВ) обмежується родючістю ґрунтів і урожай у виробництві (УВ) залежить від можливостей господарства.

Оцінка агрокліматичних умов формування агроєкологічних урожаїв сорго в Південних областях України виконувалась на прикладі Одеської області.

Для розрахунків використовувалась математична модель оцінки агрокліматичних ресурсів, розроблена А.М. Польовим [5]. В даному дослідженні використовувався варіант моделі з декадними кроком. Були розраховані і побудовані графіки усіх показників формування агроєкологічних категорій врожайності декадні прирости сухої маси сорго.

Як відомо, надходження сумарної, а, отже, і фотосинтетично активної радіації (ФАР) в основному обмежується широтою місцевості, висотою сонця, наявністю хмарності і тривалістю сонячного сьйва.

Так на рис. 4.1 представлена крива надходження ФАР. Із рис. 4.1 видно, що крива надходження ФАР починається з величини 0,255 кал/(см²*добу), величина надходження ФАР поступово зростає досягає максимуму в восьму декаду вегетації 0,271 кал/(см²*добу). Потім поступово зменшується і наприкінці вегетаційного періоду становить

0,163 кал/(см²*добу. Для виявлення динаміки приросту (ПВ) впродовж вегетаційного періоду і її порівняння з надходженням ФАР на цьому ж рисунку наведена динаміка приростів сухої маси сорго. На початку вегетації після появи сходів значення ПВ мінімальне і становить 0,15 г/м². В другу декаду вегетації прирости сухої маси ПВ сорго різко підвищуються. Найбільший приріст сухої маси ПВ спостерігається з шостої по десяту декади вегетації і становить 238г/м². Наприкінці вегетаційного періоду прирости сухої маси зменшуються до 98 г /м². Окрім перших двох декад і останньої декади вегетаційного періоду динаміка приростів ПВ ідентична динаміці ФАР.

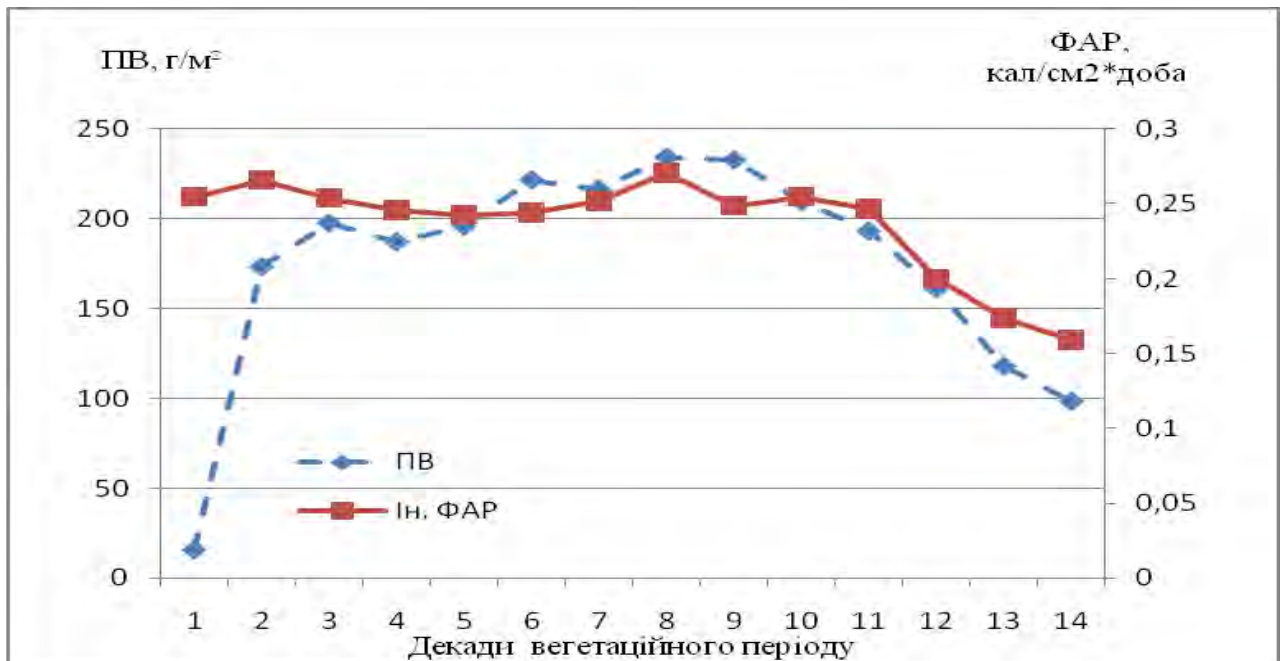


Рисунок 4.1 - Динаміка інтенсивності ФАР і приріст врожаю сорго в Одеській області

Як відомо величина ММВ залежить від забезпеченості території теплом та вологою. Для характеристики забезпечення теплом розраховувались такі величини: середня за декаду температура повітря, середня температура нижньої межі (ТОР1) і верхньої межі фотосинтезу

рослин і динаміка приростів сухої маси ММВ. Динаміка температурного режиму і режиму приростів сухої маси ММВ представлена на рис. 4.2.

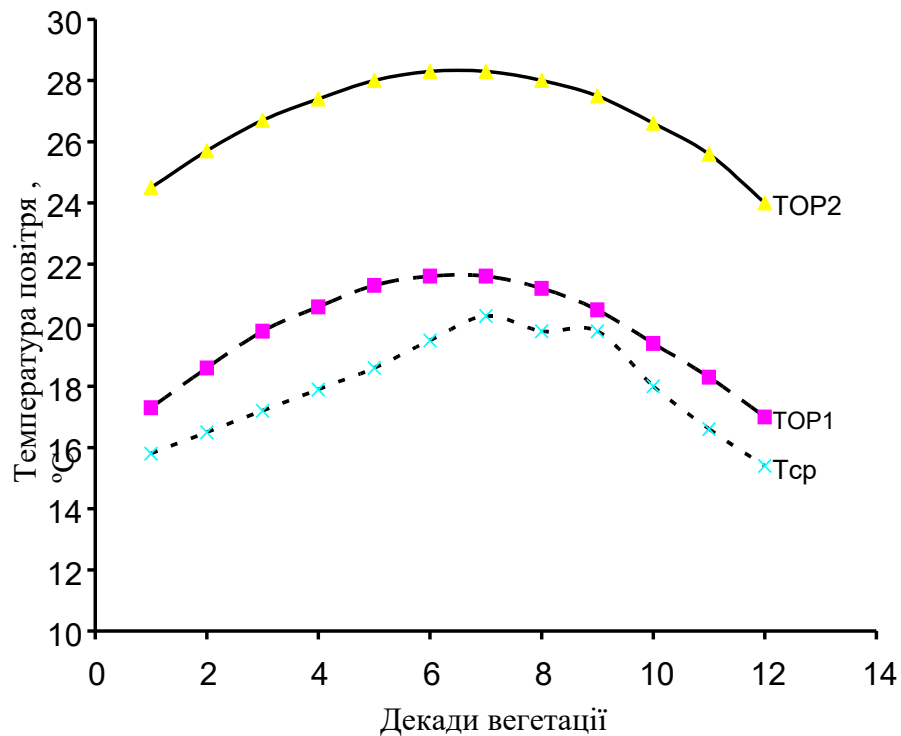


Рисунок 4.2 – Декадний хід теплового режиму: TOP1 та TOP2 – нижня та верхня межа температурного оптимуму відповідно, Tср – середня за декаду температура повітря.

Оптимальна для фотосинтезу температура повітря змінюється впродовж всього періоду вегетації. Хід показників температури впродовж вегетаційного періоду сорго представлений на рис. 4.2.

Як видно із рис. 5.3, різниця між нижньою (TOP1) та верхньою (TOP2) температурними межами становить $6,8^{\circ}\text{C}$. TOP1 починається з відмітки $17,1^{\circ}\text{C}$, поступово підвищується, досягає $20,6^{\circ}\text{C}$ у сьомій декаді вегетації, потім поступово знижується і на кінець вегетаційного періоду $15,2^{\circ}\text{C}$.

TOP2 на початку вегетації становить $24,2^{\circ}\text{C}$, досягає максимальних значень $28,3^{\circ}\text{C}$ в середині вегетаційного періоду, триває до дев'ятої декади вегетації і потім знижується до 17°C .

Після появи сходів, яка в середньому багаторічному спостерігається наприкінці другої декади травня температурні межі фотосинтезу впродовж вегетаційного періоду змінюються ідентично, тобто поступово зростають, досягають максимальних значень впродовж липня і серпня і до першої декади вересня зменшуються

Прирости ММВ сорго в декаду сходів становили 15 г/м², поступово за розвитком рослин зростали, в другій декаді вегетаційного періоду становили 33,5г/м². З третьої по восьму і декади вегетації прирости ММВ збільшуються і становлять відповідно 154,7 та 293,8 г/м². Після восьмої декади прирости зменшуються і на кінець вегетаційного періоду становлять відповідно 106–36 г/м².

Таблиця 4.1 – Волого-температурний режим формування різних рівнів урожайності сорго в Одеській області

Декади вегетації	Температура повітря, °С			<i>E_ф</i> , мм	<i>E_о</i> , мм	<i>E_ф/E_о</i> , відн.од.	Урожайність, г/м ²		
	середня	<i>TOP1</i>	<i>TOP2</i>				<i>ММВ</i>	<i>ДМВ</i>	<i>УВ</i>
1	16,2	16,7	23,8	8,6	9,9	0,86	26,4	14,7	10,8
2	17,3	17,9	24,9	30,8	31,3	0,96	33,5	21,6	20,5
3	19,4	18,9	25,9	32,6	32,8	0,99	141,2	114,4	90,33
4	20,6	19,9	26,7	34,9	46,8	0,74	164,7	138,6	102,7
5	21,0	20,7	27,4	34,3	42,2	0,81	186,2	161,8	122,7
6	21,9	21,3	28,0	33,0	49,8	0,66	274,5	235,2	132,4
7	22,8	21,6	28,4	30,4	40,8	0,63	280,2	235,4	131,4
8	23,3	21,4	28,4	28,4	41,8	0,68	293,2	247,5	139,2
9	22,9	20,9	28,2	27,8	49,3	0,55	288,1	204,7	114,3
10	22,1	20,2	27,8	20,8	45,8	0,48	203,4	181,7	107,3
11	20,6	19,9	27,2	21,7	41,5	0,47	172,3	160,4	107,1
12	18,7	19,4	26,5	17,5	30,1	0,56	106,9	93,4	73,3
13	17,1	18,3	25,6	13,2	28,7	0,46	79,6	62,8	53,5
14	15,4	17,5	24,9	8,6	16,3	0,45	47,5	42,9	32,2
15	13,5	17,0	24,5	4,7	9,8	0,44	36,2	22,8	12,8

Дійсно можливий врожай сорго визначається за усіх інших оптимальних значень родючістю ґрунту. Як видно із табл.4.1 приріст сухої маси ДМВ цсорго нижчі за нижчі за прирости ММВ, аде в цілому хід динаміки приростів сухої маси ДМВ має найменші значення на початку та наприкінці вегетаційного періоду. Впродовж вегетації поступово збільшується з другої до дев'ятої декади і потім оп'ять зменшується і становить відповідно 14,7, 242,5 та 22,8 г/м².

Для оцінки ресурсів зволоження розглядалися сумарне випаровування, випаровуваність, та їх відношення (табл.4.1). Фактичне вологоспоживання культури в агрометеорології прирівнюється до сумарного випаровування, а біологічна водопотреба – до випаровуваності. Сумарне випаровування і випаровуваність зростали за зростанням рослин і досягали максимальних значень в декади максимального розвитку рослинної маси, тобто з 6 по 9 декаду включно. Як свідчать відношення сумарного випаровування (фактичне вологоспоживання) до випаровуваності (потреба рослин у воді) оптимальні його значення спостерігаються тільки у перші 5 - 6 декад вегетаційного періоду. Починаючи з шостої декади відношення поступово зменшується і вологозабезпеченість посівів у другу половину вегетаційного періоду становить 0,56 – 0,44 відн. од., тобто не перевищує 50 – 45, що недостатньо для формування високого врожаю сорго.

Крива приростів врожаїв сухої маси сорго у виробництві (УВ) (табл 4.1) починається з відмітки 10,8 г/м², підвищується до максимальних значень у восьму декаду вегетації 139 г/м², потім поступово зменшується і наприкінці вегетації становить 12,8 г/м².

У відповідності із моделлю розрахунків оцінки агрокліматичних умов вирощування рослин були також розраховані комплексні оцінки продуктивності сорго, які представлені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Комплексні оцінки продуктивності сорго

№п/п	Оцінки	Значення
1	Оцінка ступеню сприятливості кліматичних ресурсів, відн.од.	0,682
2	Оцінка ефективності використання агро кліматичних ресурсів, відн. од.	0,478
3	Оцінка госп. використання метеорологічних і ґрунтових умов	0,564
4	ПУ всієї сухої маси г/м ²	2488,7
5	ММУ всієї сухої маси, г/м ²	2037,9
6	ДМУ всієї сухої маси, г/м ²	1793,4
7	УВ всієї сухої маси, г/м ²	1088,1
8	К госп., відн. од.	0,88
9	ПВ зерна , ц/га	83,4
10	ММВ зерна, ц/га	80,9
11	ДМВ зерна, ц/га	58,2
12	УВ зерна, ц/га	32,2

Як видно із значення комплексних оцінок сприятливості кліматичних ресурсів, ефективності використання агрокліматичних ресурсів та оцінок господарського використання метеорологічних і ґрунтових умов у Одеській є великі резерви для підвищення продуктивності сорго за рахунок агротехнічних заходів, які значно підвищили б вологозабезпеченість рослин. В південних областях України є великий потенціал для отримання високих і стійких врожаїв сорго. Так, різниця між дійсно можливим урожаєм і урожаєм у виробництві становить 26 ц/га, різниця між метеорологічно можливим врожаєм і урожаєм у виробництві становить 58,7 ц/га.

ВИСНОВКИ

В цілому із виконаного дослідження агрометеорологічних і агрокліматичних умов вирощування сорго в областях Південного Степу України можна зробити такі висновки:

1. Динаміка врожайності сорго на кінець досліджуваного періоду в Одеській і Миколаївській областях незначно зменшилась у порівнянні із Херсонською областю.

2. Агрометеорологічні умови в усіх Південних областях сприяють формуванню високих врожаїв сорго. Основними причинами зменшення врожаю є зростання посушливості території.

3. Вирішальний вплив на формування врожайності сорго в південних областях України метеорологічні фактори здійснюють в період закладки репродуктивних органів, тобто в критичний по відношенню до вологи період.

4. Отримані статистичні залежності врожаїв сорго з різними метеорологічними величинами свідчать про те, що головними у формуванні врожаїв сорго є опади в критичний період і в період від цвітіння до викидання волоті.

5. Отримане статистичне рівняння множинної регресії урожайності із різними показниками. Це рівняння після уточнення на незалежному матеріалі можна використовувати для розрахунків очікуваного врожаю сорго.

6. Виконана оцінка агрокліматичних умов формування різних агроекологічних категорій урожайності сорго, а також комплексні оцінки сприятливості кліматичних умов за допомогою математичної моделі.

7. В південних областях степової зони України складаються сприятливі умови для вирощування посухостійкої рослини сорго і існує значний резерв для підвищення його продуктивності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Исаков Я.И. Сорго. М., Россельхозиздат, 1975. 234 с.
2. Калашник Н.С., Олексенко Ю.Ф., Пустовар А.В. Сорго. Киев, «Урожай», 1978.328с.
3. Дмитренко В.П. Погода, клімат і урожай польових культур. Київ, Ніка-Центр, 2010. 618 с.
4. Манелля А.И. Динамика урожайности сельскохозяйственных культур. М.: «Статистика», 1972.322с.
5. Полевой А.И. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. Ленинград: Гидрометеиздат, 1984. 286с.
6. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія: підручник. Одеса: ТЕС, 2012.612 с.
7. Польовий А.М., Божко Л.Ю. Біологічні і екологічні основи продуктивності агроєкосистем: підручник. Одеса, ТЕС, 2017. 280 с.
8. Шекун Г.М. Культура сорго в СССР. Ее биологические особенности. М.: Издательство «Колос», 1984.186с.
9. Шекун Г.М., Драненко И.А. Культура сорго в юго-западных районах СССР. Кишинев: Издательство «Картя молдовеняске», 1988. 169 с.
10. Щербаков В.Я. Зерновое сорго. Киев-Одесса, Главное издательство издательского объединения «Высшая школа», 1983. 236 с.
11. Методические рекомендации оценки экологической стабильности агроландшафтов и сельскохозяйственного землепользования // Сост. А.М. Третьак. К.: Институт землеустройства УААН, 2001. 15 с.
12. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Ленинград.: Гидрометеиздат, 1984. 254 с.
13. Добряк Д.А., Классификация и экологическое использование сельскохозяйственных земель. М.: Знание, 2001. 309 с.

14. Риде Н.А., Экологическая оценка агробиоценозов: теория, методика, практика // А.В. Риде, В.П. Строкаль, Ю.В. Рыбалко. Херсон: Олди-плюс, 2011. 568 с.
15. Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Чмора С.Н., Власова М.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. Москва: Из-во АН СССР, 1961. 155 с.
16. Серый А. И. Агроэкологический мониторинг и паспортизация сельскохозяйственных земель // А.И. Серый, В.Н. Козлов, А.А. Ракоед. К.: Фитосоциоцентр, 2002. 118 с.
17. Ракоед А.А. Оптимизация соотношения угодий как необходимое условие устойчивого развития агроэкосистемы // Агроэкологический журнал. 2005. № 2. С. 44–47.
18. Ракоед А.А. Гумусное состояние пахотных земель лесостепной зоны // Материалы международной научной конференции «Устойчивое развитие агроэкосистем», Винница, 2002. С. 35–36.
19. Уланова Е.С., Сиротенко О.Д. Применение математической статистики в агрометеорологии для нахождения уравнений связи. М.: Гидрометеоиздат, 1984. 242 с.