

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агротехнологій та природокористування
Кафедра селекції та насінництва ім. проф. М.Д. Гончарова

Допущено до захисту

Завідувач кафедри Собран І. В.

« » 2024р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «МАГІСТР»

ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ
СИСТЕМИ СТІЙКОГО ЗРОШЕННЯ В АНГОЛІ

за спеціальністю 201 «Агрономія»

Виконав

.....

Підпис

... Куїмбамба Анаклето

Грасіано Каломбе

Прізвище, ініціали

Група

... АГР 2302-1м

Назва групи

Науковий керівник

.....

Підпис

Оничко В.І.

Прізвище, ініціали

Суми – 2024

Анотація

Куїмбамба Анаклето Грасіано Каломбе «**Виклики та можливості впровадження системи стійкого зрошення в Анголі**»

Спеціальність 201 **Агрономія, Ступінь вищої освіти Магістр**

Заклад освіти **Сумський національний аграрний університет**

Суми, 2024 рік

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання ефективності зрошування посівів кукурудзи. За результатами досліджень встановлено, що на варіанті де проводили зрошення густота сходів була дещо вищою – 68,9 тис/га що на 0,7 тис/га більше у порівнянні з контролі (без поливу). Більша кількість листків на рослинах кукурудзи була на варіанті із зрошенням – 10-14 шт, за середнього значення - 11,9 шт. Встановлено, що на дослідних ділянках рослини кукурудзи по різному сформували складові структури врожаю, формуючи різну кількість рядів в качані, кількість зерна в ряду качана, масу 1000 насінин. Маса зерна з качана є похідною величиною від кількості зерна в качані та маси 1000 насінин. Залежно від варіанту дослідів вона становила 45,3 і 76,2 грами. Найвищим показником маси зерна з качана був варіант із зрошенням – 76,2 грами. Результати збирання врожаю показали, що під дощувальним обробітками в сезон врожайність була близько від 4,1 до 6,0 т/га, за середнього показника 5,03 т/га. Отже, зрошувальна ділянка склала більш ніж 83% урожаю на рік в порівнянні з контрольною ділянкою.

Висновки. Рекомендувати ангольському бізнес-конгломерату SODOSA S.A. при вирощуванні кукурудзи на зерно застосовувати кругові дощувальні системи, що забезпечує рівномірний полив кукурудзи поливною нормою 6000 м³ води на гектар, що дозволило стабілізувати врожайність та підвищити рентабельність.

Ключові слова: кукурудза, зрошення, структура врожаю, дощування, врожайність.

Annotation

Quimbamba Anacleto Graciano Calombe "**Challenges and Opportunities for Implementing a Sustainable Irrigation System in Angola**"

Specialty **201 Agronomy**, Higher Education Degree **Master**

Educational Institution **Sumy National Agrarian University**

Sumy, 2024

The qualification work considers the issue of the effectiveness of irrigation of corn crops. According to the results of the research, it was found that in the variant where irrigation was carried out, the density of seedlings was slightly higher - 68.9 thousand/ha, which is 0.7 thousand/ha more compared to the control (without irrigation). The number of leaves on corn plants was greater in the variant with irrigation - 10-14 pcs, with an average value of 11.9 pcs. It was found that in the experimental plots, corn plants formed the components of the crop structure differently, forming a different number of rows in the ear, the number of grains in the row of the ear, the weight of 1000 seeds. The mass of grain per cob is a derivative of the number of grains per cob and the mass of 1000 seeds. Depending on the experimental variant, it was 45.3 and 76.2 grams. The highest indicator of the mass of grain per cob was the variant with irrigation - 76.2 grams. The results of the harvest showed that under irrigation cultivation during the season the yield was about 4.1 to 6.0 t/ha, with an average of 5.03 t/ha. Thus, the irrigated area accounted for more than 83% of the annual yield compared to the control area.

Conclusions. Recommend to the Angolan business conglomerate SODOSA S.A. when growing corn for grain to use a circular sprinkler system that provides uniform irrigation of corn with an irrigation rate of 6000 m³ of water per hectare, which allowed to stabilize the yield and increase profitability.

Keywords: corn, irrigation, crop structure, sprinkling, yield.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Кафедра селекції і насінництва ім. М.Д. Гончарова

Освітній ступінь - "Магістр"

Спеціальність – 201 "Агрономія"

“ЗАТВЕРДЖУЮ”:

Завідувач кафедри

_____ **Оничко В.І.**

" ____ " _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студентіві

Куїмбамба Анаклето Грасіано Каломбе

1. Тема роботи " **Виклики та можливості впровадження системи стійкого зрошення в Анголі** "

Затверджено наказом по університету від " ____ " _____ 2024 р. № _____

2. Термін здачі студентом закінченої роботи на кафедру ____ _____ 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи:

- *місце проведення досліджень*: бізнес-конгломерат SODOSA S.A., Республіка Ангола.

- *методичне забезпечення*: Методичні вказівки щодо проведення польових досліджень і вивчення технології вирощування зернових культур. Чабани: Інститут землеробства УААН, 2001.

- *схема досліджу*: 1. Контроль (без зрошування); 2. Зрошення дощуванням, 6000 м³/га.

4. Перелік завдань, які будуть виконуватися в роботі. Аналіз вирощування кукурудзи в Анголі. Вивчення можливості та переваги стійкого зрошення. Особливості формування густоти стеблостою та висоти рослин під дією зрошування. Вплив зрошування на структуру врожаю кукурудзи. Вплив зрошування на формування врожайності кукурудзи.

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Оничко В.І.

Завдання прийняв до виконання _____ Куїмбамба Анаклето

Дата отримання завдання « ____ » _____ 2023 р.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗРОШЕННІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	10
1.1. Особливості технології вирощування кукурудзи на зрошенні	10
1.2. Огляд технологій систем зрошення	16
1.3. Практичні аспекти впровадження зрошувальних систем	20
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	23
2.1. Умови проведення дослідження	23
2.2. Методологія та проблематика систем зрошення	30
РОЗДІЛ 3 ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ СТІЙКОГО ЗРОШЕННЯ В АНГОЛІ	34
3.1. Проблематика використання систем зрошення	34
3.2. Особливості вирощування кукурудзи на зрошенні	38
3.3. Аналіз вирощування кукурудзи в Анголі	42
3.4. Можливості та переваги стійкого зрошення	44
3.5. Особливості формування густоти стеблостою та висоти рослин	46
3.6. Оцінка гібридів кукурудзи за структурою врожаю	51
3.7. Вплив зрошування на формування врожайності кукурудзи	52
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	55
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	57
ДОДАТОК	60

ВСТУП

Ангола є однією з найбільших країн в Південній Африці, і значна частина економіки країни залежить від сільського господарства. Кукурудза в країнах Африки є однією з ключових культур та основним продуктом харчування для багатьох родин, відіграючи вирішальну роль у забезпеченні продовольчої безпеки Анголи. Зважаючи на важливість вирощування кукурудзи для внутрішнього ринку для безпосереднього вживання в їжу, фермери намагаються забезпечити стабільні врожаї для задоволення потреб харчування населення. Але, нажаль сільське господарство Анголи стикається з численними викликами та проблемами, серед яких найбільшими є зміна клімату, часті посухи, нерегулярні опади та брак технологічних рішень для ефективного зрошення культур.

Актуальність теми. Кліматичні умови Південної Африки, в тому числі Анголи, які характеризуються нестабільними опадами та тривалими посухами, створювали та й зараз створюють значні труднощі для фермерів. Велика частина сільськогосподарських земель залежить напряму від сезонних дощів, що робить посіви кукурудзи дуже вразливим до кліматичних змін. Часті посухи негативно впливають на продуктивність кукурудзяних полів, що знижує рівень виробництва та призводить до нестачі зернових на внутрішньому ринку країни. Оскільки кукурудза є базовим продуктом харчування, будь-які збої у виробництві безпосередньо впливають на продовольчу безпеку країни. Крім того, слабка інфраструктура для управління водними ресурсами ускладнює забезпечення сталого зрошення посівів, а традиційні методи вирощування не завжди відповідають сучасним викликам культивування культур.

Сільське господарство в Анголі здебільшого ведеться на дрібних та середніх фермерських господарствах, які використовують традиційні методи вирощування. Переважна більшість фермерів не має доступу до сучасних агротехнологій, а використання добрив і засобів захисту рослин є

мінімальним або майже мінімальним. Це ускладнює досягнення високих врожаїв, навіть за сприятливих погодних умов та своєчасних обробітків. Господарство в якому я проводив заміри має досить великі площі обробки та технічно забезпеченні.

Основні ґрунти, на яких фермери вирощують кукурудзу, — це ферралітові та піщані ґрунти, які описують як землю з низькою природною родючістю та слабкою здатністю утримувати вологу в собі. Це робить процес вирощування більш залежним від систем зрошення на підприємстві та додаткових агротехнічних заходів стосовно надання достатньої вологи рослинам.

Середня врожайність кукурудзи в районах Анголи залишається на низькому рівні — близько 2–3,5 тонн з га, що значно поступається середньосвітовим показникам вирощування кукурудзи. Для порівняння, у країнах із розвиненими агротехнологіями та стабільними кліматичними умовами врожайність кукурудзи може досягати 7–10 тонн з гектара. Україна в цьому питанні займає одні з перших місць в рейтингу завдяки родючим ґрунтам і забезпеченим технічно підприємствам. Така ситуація вказує на серйозні проблеми в сільському господарстві Анголи, де відсутність стійких зрошувальних систем та низький вміст гумусу в ґрунті стають основними бар'єрами для підвищення ефективності вирощування кукурудзи в регіоні.

Попит на зернові, зокрема кукурудзу як основну хлібну культуру, в Анголі постійно росте через збільшення чисельності населення та урбанізацію. Кукурудза використовується не лише для продовольства країни, але й як сировина для кормів і промислових потреб населення, що робить її стратегічно важливою культурою в регіонах Африки. Проте внутрішнього виробництва зернових часто недостатньо для задоволення всього попиту населення, і країна змушена імпортувати значні обсяги кукурудзи та інших культур. Це створює додаткове навантаження на економіку країни та підвищує вразливість країни до коливань цін на світових ринках зернових.

Впровадження сучасних систем стійкого зрошення значно покращить ситуацію, зменшивши залежність від природних опадів Африки та збільшивши продуктивність сільського господарства в підприємстві. Системи стійкого зрошення не лише сприяють раціональному використанню водних ресурсів клімату, але й підвищують врожайність всіх вирощуваних культур.

Завдяки даним технологіям зрошення фермери можуть зберігати воду та збільшувати ефективність використання наявних природних ресурсів, що в умовах змін клімату стає критично важливим для господарства. Це сприятиме не тільки поліпшенню економічної стабільності сільського господарства, але й зниженню імпортової залежності країн Африки від зовнішніх постачальників зернових культур.

Це дає підґрунтя для подальшого аналізу кліматичних умов Анголи, систем стійкого зрошення та їхнього впливу на вирощування кукурудзи.

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

Проведені дослідження входять до плану наукової роботи, яка затверджена на засіданні кафедри селекції і насінництва імені проф. М.Д. Гончарова та вченою радою Сумського національного аграрного університету.

Мета дослідження. Визначити вплив зрошування дощуванням на формування врожайності зерна кукурудзи.

Виходячи з поставленої мети, дослідженнями передбачалось вирішення таких завдань:

- проаналізувати вирощування кукурудзи в Анголі;
- вивчити можливості та переваги стійкого зрошення;
- визначити особливості формування густоти стеблостою та висоти рослин під дією зрошування;
- оцінити вплив зрошування на структуру врожаю кукурудзи;
- визначити вплив зрошування на формування врожайності кукурудзи.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у встановленні особливостей формування врожайності зерна кукурудзи під дією зрошування.

Практичне значення одержаних результатів полягає у наданні рекомендацій ангольському бізнес-конгломерату SODOSA S.A. при вирощуванні кукурудзи на зерно застосовувати кругові дощувальні систему, що забезпечує рівномірний полив кукурудзи поливною нормою 6000 м³ води на гектар, що дозволило стабілізувати врожайність та підвищити рентабельність.

Особистий внесок здобувача полягає в участі у проведенні польових досліджень, узагальненні літературних джерел, виконанні статистичної обробки одержаних результатів. Основні наукові положення і висновки, які наведені в роботі одержано автором особисто.

Апробація результатів роботи. Результати досліджень доповідались на Міжнародній науково-практичній конференції «Гончарівські читання», м. Суми, 25 травня 2024 р.(додаток А)

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків і пропозицій, додатків. Основний матеріал викладений на 60 сторінках машинописного тексту, який включає 6 таблиць, 8 рисунків, додаток. Бібліографічний список включає 33 літературні джерела.

РОЗДІЛ 1

ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗРОШЕННІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Особливості технології вирощування кукурудзи на зрошенні

Особливістю технології вирощування сільськогосподарських культур в умовах зрошення є те, що подальше збільшення виробництва зерна кукурудзи можливе за рахунок вдосконалених технологій обробітку, що підвищують врожайність існуючих площ. Виходячи з нової стратегії виробництва зерна, планується збільшити виробництво кукурудзи в Україні до 3000 млн тонн, з яких близько 2000 млн тонн буде експортовано [25].

Сьогодні вологість продовжує залишатися одним з факторів, що обмежують отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур в цілому, особливо кукурудзи.1 нестача вологи зазвичай характеризується посухою, яка може бути різною за своєю природою і може завдати шкоди кукурудзі на різних стадіях її розвитку [28].

Вирощувати кукурудзу в степових зонах рекомендується тільки із застосуванням зрошення, застосування якого сприяє отриманню високого врожаю зернових культур. Тому не випадково, що 82,8% всіх зрошуваних земель в Україні розташовані в степових зонах. Використання зрошення сприяє постійному забезпеченню рослин необхідною кількістю вологи. Волога є обмежуючим фактором у формуванні високих врожаїв зернових в південних регіонах України. Крім того, завдяки синергетичній взаємодії значно посилюється вплив інших не менш важливих факторів продуктивності [5, 20].

В системі зрошуваного землеробства необхідно враховувати навантаження на ґрунт, пов'язану з її постійним зволоженням. За результатами експериментів вчених стало ясно, що ґрунті шкодить не саме

зрошення, а методи, що застосовуються без урахування характеристик ґрунту, фортеці, кількості і якості використовуваної води, а також недостатньої уваги до таких властивостей ґрунту, як водопоглинання, проникність і ступінь аерації. Тому при оранці необхідно враховувати посилене швидке повторне стиснення систематично оброблюваного шару зрошуваного ґрунту, яке відбувається через припливу вологого ґрунту, а також можливість процесу замулювання верхнього шару ґрунту [2, 15].

У сучасному зрошуваному землеробстві використовуються 3 основні режими зрошення. Біологічно оптимальний-призначений для забезпечення рослин вологою протягом усього вегетаційного періоду, щоб максимізувати врожайність сільськогосподарських культур і отримувати значні вигоди від зрошення. Водозбереження - має екологічну спрямованість і значно економить гроші, енергію і воду на зрошення, при цьому врожайність трохи знижується в порівнянні з іншими видами зрошення. Захист ґрунтів - основним завданням є скорочення обсягів і норм поливу, і рекомендується використовувати її в районах з недостатніми екологічними умовами і деградацією ґрунтів (ущільнення, засолення, солонцюватість і т.д.), поряд з розподілом на кілька частин норм поливу [19].

Вчені з Інституту зрошуваного землеробства НААНУ розробили водозберігаючий режим зрошення кукурудзи, спрямований на досягнення максимального обсягу виробництва при мінімальних витратах поливної води. Суть цього режиму полягає в застосуванні змінної предполивної вологості розрахункового шару ґрунту. Рекомендується підтримувати оптимальну вологість ґрунту в критичний період розвитку культури (за 12-14 днів до виходу волотистого зерноутворення), а вологість перед поливом в період до і після критичного періоду повинна бути на 10-15% нижче оптимальної. Для зрошення врожайність кукурудзяних зерен в грудні в Південному Степу збільшується з 3,0 до більш ніж 5,0 т/га зокрема, довгострокове дослідження, проведене вченими Національної академії наук, показало, що в середньому за більш ніж 35 років приріст врожайності на зрошуваних землях на півдні

України в порівнянні з незрошуваними землями був наступним: кукурудза на зернові - 6,29 т/га (220%), кукурудза на силос - 44,6 т/га (246%) [6, 24].

Для зрошеної кукурудзи класична обробка ґрунту подвійними дисками під кутом 45° на глибину 25-27 см і 2-3 рази в 1 рік здійснюється поперек по двох рейках рубанками р-6, ПА-3, д-179, потім долотами [22].

Для нормального росту і розвитку рослинам кукурудзи необхідні макро- і мікроелементи, оскільки недостатнє мінеральне живлення може привести до затримки процесу формування листя, цвітіння волоті, запліднення і формування зерна. Дефіцит азоту найбільшою мірою уповільнює процес росту, фосфор гальмує розвиток кореневої системи і репродуктивних органів, а калій уповільнює процес фотосинтезу[3].

Щоб розрахувати кількість добрив для планованого збору насіння кукурудзи, в кожному місцевому довіднику необхідно враховувати наявність в ґрунті сполук азоту, фосфору і калію, доступних для посівів кукурудзи, коефіцієнт використання рослинами, відсоток річного використання добрив. застосування та інші природні та антропогенні фактори. Основна частина фосфорних і калійних добрив вноситься для вирощування, а азотних добрив - для весняного вирощування і підживленнях [13, 23].

Ранньою весною ґрунт вирівнюють, а ранньою весною проводять підгортання і передпосівну посадку на глибину загортання насіння. Полив перед Жовтневою посадкою в посушливих умовах проводять навесні з розрахунку 150-300 м³/га. кукурудзу висаджують, коли ґрунт прогріта до +10-14,0°з по пунктирній лінії, відстань між стовпчиками становить від 70 см до 5-7 см в глибину, і гранульований суперфосфат одночасно додають в стовпчик по 50 кг / га [154-155 грудня]. Важливо орієнтуватися на групу зрілості гібридів - при ранньому посіві на погано прогрітих ґрунтах насіння проростає дуже повільно і легше пошкоджуються дротяниками, деякі з них можуть запліснявіти і загнити. У посушливих районах степу при повільній посадці розсада може розріджитися і викликати різке зниження врожайності через різке підвищення весняних температур і пересихання ґрунту. Насіння

маринують від хвороб і шкідників. Норма розраховується для щільності таких рослин: середньоранні гібриди - 75-90 тис. шт/га, середньостиглі - 70-75 тис. шт. од./га, пізньостиглий - 55-60 тис. од. / га [11, 28].

Бур'яни на рослинах кукурудзи знищуються гербіцидами або прополкою і рядами розпушуються. Полив починається у фазі 8-11 листків і триває 1,5-2 місяці, підтримуючи вологість ґрунту на рівні 70-75% НВ в шарі ґрунту 0-70 см. Норма поливу становить в середньому 1-400 м³ води на гектар. У степах півдня України кукурудзу поливають 3-4 рази на посушливий рік, а після поливу сухий ґрунт у ході обов'язково розпушують [8, 14].

Теоретично врожайність кукурудзи на зрошуваних землях може становити 27,0 т/га з урахуванням оптимальної ФАР, ефективного фотосинтезу та інших обмежуючих факторів. Дослідження вчених встановили, що для формування врожайності зерна в 9,0-10,0 т/га кукурудза споживає 5000-6600 м³ води, значна частина якої становить не менше 55-73%.

Ефективність поливу сільськогосподарських культур залежить від правильного розподілу води перед посадкою і протягом вегетаційного періоду сільськогосподарських культур. Кукурудза не відноситься до культур, для яких полив є обов'язковою частиною поливного режиму. Його використовують для збільшення запасів вологи в 1,5-2-метровому шарі ґрунту перед посадкою, для забезпечення дружних сходів культур і гарного розвитку рослин на ранніх стадіях [12, 22].

Залежно від стану деки і механічного складу ґрунту норма поливу для заливки водою коливається від 1000 до 1500 м³/га. Такі поливи рекомендується проводити на ділянках з рівнем ґрунтових вод не менше 5 м на рік, коли запаси родючої вологи в ґрунті в осінньо-зимовий період значно нижче середньорічної норми [4, 10, 25].

Якщо ґрунтові води залягають на глибині 3 м, норму поливу знижують до 800-1000 м³/га у посушливий осінньо-зимовий період полив слід

проводити з розрахунку 350-400 м³/га, щоб забезпечити рослині своєчасні і дружні сходи. У кукурудзи тривалий вегетаційний період, тому провідна роль у формуванні високих врожаїв належить поливу рослинності. При визначенні термінів поливу необхідно враховувати характер водоспоживання культур в період вегетації (табл. 1.1)

Таблиця 1.1

**Середньодобове водоспоживання гібридів кукурудзи
на заплановану врожайність зерна 10,0 т/га, м³/га води**

Міжфазні періоди	Гібриди		
	Середньопізні	середньостиглі	середньоранні
Сівба-сходи	10–12	11–13	10–12
Сходи-13-14 листків	20–25	31–35	26–28
13-14 листків- викидання волотей	35–38	32–36	30–35
Викидання волотей- молочна стиглість	55–60	58–64	56–60
Молочна-повна стиглість	30–32	35–40	32–35

Аналіз наведених даних свідчить про незначну середньодобову витрату води рослинами кукурудзи в період від сівби до появи сходів. У подальшому витрата вологи збільшується, що становить у період від появи сходів до утворення 13-14 листків 20-35 м³ /га [4].

Поливи в цей період вегетації кукурудзи неефективні, потреба рослин у воді забезпечується за рахунок осінньозимових запасів вологи в ґрунті. По мірі росту й формування органів плодоношення середньодобове водоспоживання різко зростає і до критичного періоду, який починається за 7-12 днів до викидання волотей і продовжується до 30 днів, досягає 60-64 м³ /га. Цей період характеризується максимальним розвитком листкового апарату, найбільшим приростом зеленої маси і нагромадження сухих речовин. У період від молочної до повної стиглості зерна витрата води значно зменшується [17, 26].

При розробці поливних режимів необхідно враховувати періоди найбільшого водоспоживання культури, межі допустимого зниження вологості ґрунту перед поливами і величину активного шару. За активний треба приймати шар 0,7 м. Останні роботи вчених Інституту зрошувального землеробства НААН показують, що зволоження протягом вегетації постійного шару 0,7 м, а також перемінного 0,5-0,7-1 м не має переваг порівняно з постійним зволоженням півметрового шару ґрунту.

Оптимальний передполивний поріг вологості ґрунту в критичний період росту і розвитку кукурудзи на супіщаних ґрунтах повинен становити – 50-60, середньо – і легкосуглинкових – 65-70 і на важкосуглинкових – 75-80% НВ. З метою економії поливної води передполивний поріг вологості ґрунту за періодами росту і розвитку рослин необхідно диференціювати. Урожайність зерна кукурудзи за постійного передполивного порогу 80% НВ становить 8,98 т/га, а за диференційованого – 60-80% НВ – 8,85 т/га. Зниження врожайності незначне, а економія поливної води – 15-20%.

Заслуговує уваги і пропозиція щодо застосування поливної норми 600-700 м³ /га у два прийоми нормою 300-350 м³ /га, міжполивний період 3-4 дні. За такої техніки подачі поливної води і високому фоні живлення кукурудза дає 10,0-12,0 т/га зерна. Високу ефективність на посівах кукурудзи, як і зазначено вище, забезпечує новий спосіб зрошення – дрібнодисперсне дощування, яке доповнює основне зволоження ґрунту, підвищує на 15-20% урожайність культури і на 25-30% знижує поливну норму. Значно більше (в 6-8 разів) економить поливну воду на посівах кукурудзи моноаерозольне зрошення (зрошувальна норма за звичайного зрошення 1700 м³ /га, а за цього зрошення – 250 м³ /га). Підвищення врожаю культури таке саме, як і при дрібнодисперсному зрошенні – 15-20%. Урожайність кукурудзи за крапельного зрошення підвищується до 30%, а величина поливної норми зменшується майже в 2 рази (330 проти 600 м³ /га) [7, 18].

1.2. Огляд технологій систем зрошення

Системи стійкого зрошення є ключовим фактором для підвищення стабільної врожайності в умовах посушливого клімату, зокрема в Анголі. Через нерегулярні опади місцеві фермери часто стикаються з проблемою нестачі води для вирощування всіх культур. Тому ефективне управління водними ресурсами набуває особливого значення в нашому господарстві. Системи зрошення можуть не тільки сприяти зростанню врожаїв, а й зменшити залежність від сезонних дощів, що особливо важливо в регіонах, схильних до посухи в нашому регіоні.

Однією з найпоширеніших технологій є крапельне зрошення посівів. Ця система дозволяє доставляти воду безпосередньо до коренів рослин через крапельниці та мінімізуючи втрати через випаровування та стікання води. Вона забезпечує високу ефективність використання води та можливість автоматизації процесу зволоження ґрунтів. Проте, висока вартість установки і потреба в регулярному обслуговуванні можуть бути перешкодою для її впровадження на дрібних фермах країни.

Іншою лосить популярною системою є зрошення за допомогою різних спринклерів. Вона дозволяє рівномірно розподіляти воду по всій площі поля, імітуючи дощі. Спринклерні системи підходять для великих площ і різних типів ґрунтів, але мають недоліки у вигляді високих втрат води через випаровування та складності в обслуговуванні технічного забезпечення.

Підґрунтове зрошення рослин є ще однією ефективною технологією, яка мінімізує втрати води через випаровування, доставляючи її безпосередньо до кореневої системи. Хоча цей метод дозволяє досягти високої ефективності, його застосування часто обмежується через високу вартість установки та складність обслуговування, використовують його загалом на невеликих площах та загалом для теплиць для вирощування овочів.

Традиційним підходом є фуррове зрошення, яке використовує гравітаційні канали для розподілу води по полю. Це економічно вигідне рішення, але його ефективність низька через значні втрати води. Залежність від рельєфу поля також може стати обмежуючим фактором у використанні данної технології.

Збирання дощової води — це ще один перспективний підхід, що дозволяє використовувати природні ресурси в період дощів для подальшого зрошення під час посухи. Система є особливо актуальною для регіонів Африки із нерегулярними опадами, однак вона залежить від обсягів дощової води, які можуть бути недостатніми для великих площ, також потрібні ємкості для зберігання води.

Останнім часом все більше фермерів звертаються до інноваційних технологій, таких як системи управління поливом на основі датчиків. Ці системи автоматизують процес зрошення культур, контролюючи рівень вологості ґрунту і подаючи воду лише за потреби рослин. Хоча такі технології потребують значних інвестицій в технічне забезпечення та технічної підтримки, вони значно підвищують ефективність використання вологи на полі.

Таким чином, впровадження стійких систем зрошення в Анголі може значно підвищити ефективність сільського господарства в регіоні, знизивши залежність від природних умов. Вибір конкретної системи залежить від доступності ресурсів на підприємстві, можливостей фермерів та умов місцевого клімату.

Тепер більш детально:

1. Система крапельного зрошення

Переваги:

- Висока ефективність використання води (до 80%).
- Зменшення ризику висихання ґрунту та кращий контроль вологості.
- Можливість автоматизації процесу зрошення культур.

- Зниження витрат на воду і мінімальні втрати.

Недоліки:

- Висока вартість встановлення системи зрошення.
- Необхідність регулярного обслуговування системи для уникнення засмічення крапельниць.
- Потреба в доступі до джерел води та електроенергії для водяних насосів.

2. Зрошення за допомогою спринклерів

Переваги:

- Рівномірний розподіл води на великих площах.
- Підходить для різних типів культур і ґрунтів в умовах нашого господарства.
- Можливість застосування на нерівних ділянках ґрунтів.

Недоліки:

- Високі втрати вологи через випаровування та стікання.
- Складність установки та обслуговування, особливо при браку технічних навичок й кваліфікованих працівників.
- Високе споживання енергії для підтримки тиску води в системі.

3. Підґрунтове зрошення

Переваги:

- Дуже низькі втрати води через випаровування.
- Висока ефективність використання води в умовах посух.
- Зменшений ризик засолення ґрунтів регіону.

Недоліки:

- Складність встановлення та висока вартість системи.
- Потреба в регулярному обслуговуванні для запобігання засмічення труб.
- Обмежене застосування для великих площ і культур, на кукурудзу не підходить.

4. Зрошення на основі гравітації (фуррова система зрошення)

Переваги:

- Низька собівартість встановлення та обслуговування системи.
- Простота в експлуатації системи, не потребує складних технологій.
- Підходить для невеликих ферм з доступом до природних джерел вологи.

Недоліки:

- Низька ефективність використання води через великі втрати вологи.
- Ризик перенасичення водою та заболочення ділянок.
- Залежність від рельєфу та великих обсягів води в доступі.

5. Збирання дощової води (Rainwater Harvesting)

Переваги:

- Зменшення залежності від природних джерел води в сухі сезони.
- Низька вартість експлуатації після встановлення системи.
- Простота в реалізації для дрібних господарств.

Недоліки:

- Обмежені обсяги зібраної води.
- Потреба в резервуарах для зберігання, що може бути дорого.
- Залежність від кількості опадів.

6. Системи управління поливом на основі датчиків

Переваги:

- Оптимізація використання води та уникнення перевитрати.
- Точний контроль вологості ґрунтів.
- Підвищення врожайності через точне зволоження кореневої системи.

Недоліки:

- Висока вартість встановлення та обслуговування.

- Потреба у сучасній інфраструктурі (електроенергія, доступ до мережі інтернет).
- Необхідність кваліфікованого персоналу для управління.

1.3. Практичні аспекти впровадження зрошувальних систем

Впровадження стійких зрошувальних систем вимагає не лише великих фінансових ресурсів, але й відповідної підтримки з боку уряду та міжнародних організацій, а також досить великого доступу до сучасних технологій і знань. В Анголі вже реалізуються певні схожі проекти, спрямовані на розвиток зрошувального сільського господарства, які можуть слугувати прикладом для інших країн в цьому регіоні.

Приклади впровадження зрошувальних проектів в Анголі

1. Державні ініціативи

Уряд Анголи активно підтримує розвиток сільського господарства, зокрема зрошувальних систем, через створення програм субсидування та інвестицій у водні ресурси.

- **Проект з розвитку зрошувального землеробства:** Уряд запровадив кілька програм для стимулювання фермерів до впровадження стійких зрошувальних систем. Зокрема, було створено програми кредитування для дрібних фермерів, що дозволяють отримати доступ до сучасних технологій на пільгових умовах.

- **Розвиток інфраструктури:** На державному рівні також розглядаються питання будівництва водосховищ та водозабірних систем, що сприяють ефективному використанню водних ресурсів у посушливих регіонах Анголи.

2. Міжнародні організації та програми

Міжнародні організації відіграють важливу роль у підтримці проектів стійкого зрошення в Анголі.

- **Проект FAO:** Організація ООН з продовольства і сільського господарства (FAO) реалізує в Анголі кілька програм, спрямованих на впровадження стійких зрошувальних систем для підтримки малих фермерів. Ці програми включають навчання фермерів використанню крапельного зрошення та управлінню водними ресурсами.

- **Програми МВФ та Світового банку:** Міжнародний валютний фонд та Світовий банк також надають фінансову підтримку для розвитку інфраструктури зрошення в Анголі. Їхні проекти включають інвестиції в будівництво каналів для транспортування води та розробку сучасних методів зрошення для підвищення продуктивності сільського господарства.

Кроки впровадження стійких зрошувальних систем

Для успішного впровадження стійких зрошувальних систем в Анголі необхідно враховувати кілька ключових кроків:

1. Аналіз ґрунту та водних ресурсів

Перед встановленням системи зрошення важливо провести аналіз доступних водних ресурсів та якості ґрунтів, щоб визначити найбільш придатну технологію. Це дозволить уникнути перевитрати води та забезпечить оптимальну продуктивність.

2. Вибір відповідної технології зрошення

Залежно від кліматичних умов та типу ґрунту, необхідно вибирати найбільш ефективну систему зрошення. Для регіонів з обмеженими водними ресурсами крапельне зрошення є найбільш економічним варіантом, тоді як для великих полів з більш доступними водними ресурсами можуть бути ефективними спринклерні системи.

3. Навчання та технічна підтримка фермерів

Успіх впровадження систем зрошення залежить від рівня підготовки фермерів. Важливо забезпечити їх відповідними знаннями та навичками для ефективного використання технологій. Це може включати навчання з управління водними ресурсами, догляду за обладнанням та оптимального використання добрив.

4. Моніторинг та управління зрошувальними системами

Після впровадження систем зрошення необхідно налагодити постійний моніторинг їхньої роботи для виявлення можливих проблем та їх оперативного вирішення. Автоматизовані системи можуть допомогти збирати дані про вологість ґрунту, обсяги використаної води та ефективність поливу.

5. Фінансування та партнерство

Успішне впровадження зрошувальних систем також вимагає фінансової підтримки, що може забезпечуватись через державні програми, міжнародні організації або приватні інвестиції. Важливу роль у цьому відіграє співпраця між урядом, фермерськими кооперативами та приватними інвесторами для створення довготривалих рішень.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Умови проведення дослідження

SODOSA S.A. — це ангольський бізнес-конгломерат з діяльністю у різних секторах промисловості: агробізнесі, агропромисловості, харчовій дистрибуції, роздрібній торгівлі та будівництві на територіях міст Анголи (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Зовнішній вигляд компанії

Компанія має понад 25 років досвіду на внутрішньому ринку Анголи та нараховує більше ніж 600 співробітників у щонайменше чотирьох локаціях, сприяючи створенню робочих місць та розвитку регіонів, де вона працює.

У секторі агробізнесу SODOSA володіє 19 800 гектарами сільськогосподарських угідь. Основні культури, які вирощуються, включають кукурудзу, сою, квасолю та маніок, використовуються як дощові, так і стійкі зрошувальні системи землеробства. Крім того, на землях з нижчим потенціалом ведеться розведення великої рогатої худоби та кіз. Агропромисловий напрям включає переробку зернових, зокрема їх очищення, сушіння, пакування та зберігання перед відправкою на ринок Анголи.

Кліматичні умови

Ангола має різноманітний клімат, але центральні та північні регіони, де розташовані основні угіддя SODOSA, характеризуються тропічним та субтропічним кліматом з двома основними сезонами: вологим і сухим. Вологий сезон триває з жовтня по квітень, забезпечуючи гарні умови для вирощування сільськогосподарських культур на підприємстві. У посушливий період (травень-вересень) застосовуються зрошувальні системи для підтримання врожайності, що дозволяє вирощувати культури, такі як кукурудза, навіть за відсутності природних опадів та великого споживання хімічних елементів.

Географічне розміщення полів

Основні сільськогосподарські площі компанії розташовані в центральних та північних частинах Анголи, де клімат варіюється від тропічного до субтропічного. Це дозволяє використовувати дощові та зрошувальні системи при вирощуванні сільськогосподарських культур. Додатково на менш продуктивних землях, розташованих в регіонах з більш посушливим кліматом, здійснюється вирощування худоби.

Історія підприємства

SODOSA має понад 25 років досвіду на ринку продовольства Анголи. Компанія починала як підприємство у сфері дистрибуції різних продуктів харчування і з часом розширила свою діяльність на агропромисловість, будівництво та сільське господарство. Їхня діяльність почалася з метою

підвищення продовольчої безпеки в Анголі, що розвивалось разом із зростанням компанії та інвестиціями в нові сектори підприємства. Наразі SODOSA продовжує активно розширювати свої потужності в агробізнесі та агропромисловості країни.

Опис ґрунтів Анголи та саме підприємства

Ґрунти Анголи дуже різноманітні, включаючи родючі алювіальні рівнини в центральних районах та менш родючі піщані ґрунти на півдні країни. Для сільськогосподарської діяльності компанії важливими є червоні ферралітичні ґрунти в центральних регіонах, які добре підходять для вирощування кукурудзи та інших зернових культур на підприємстві. Ці ґрунти багаті на органічні речовини, але потребують належного управління ресурсами для підтримки родючості. Завдяки зрошуванню, підприємство може успішно вирощувати кукурудзу та інші культури на значній частині своїх полів господарства (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Загальний вигляд полів агропідприємства

Ґрунти в регіоні переважно ферралітичні (червоні ґрунти), які містять високий вміст заліза і мають гарну структуру для вирощування зернових. Однак такі ґрунти потребують регулярного удобрення, оскільки вони мають схильність до зниження родючості через вимивання корисних елементів під час опадів.

Червоні ферралітичні ґрунти (ферралсоли) є типовими для тропічних та субтропічних областей, зокрема у Центральній та Південній Африці, включаючи Анголу. Ці ґрунти формуються в умовах достатньо високої температури та значної кількості опадів, що призводить до інтенсивного вивітрювання гірських порід і вимивання багатьох поживних елементів ґрунтів.

Характеристики червоних ферралітичних ґрунтів:

Вміст гумусу: Червоні ферралітичні ґрунти мають досить низький вміст гумусу, який зазвичай становить **0.6-2%**. Це зумовлено високою швидкістю розкладання органічних речовин в ґрунті в умовах тепла та вологи. Незважаючи на низький вміст гумусу, він сприяє підтриманню структури ґрунту та утриманню вологи в ґрунті.

Структура ґрунту: Ці ґрунти мають гранульовану структуру, яка добре пропускає воду та повітря. Це дозволяє використовувати їх для вирощування різних сільськогосподарських культур за умови правильного зрошення посівів і внесення добрив. Однак, через низький вміст органічних речовин і поживних елементів, ґрунти можуть швидко втрачати родючість без належного догляду за ними та неналежним внесенням добрив.

Механічний склад: Червоні ферралітичні ґрунти містять велику кількість дрібнозернистих мінералів, зокрема глини та кварцу. Вони зазвичай складаються на **60-80%** з глини та мають дрібнозернистий механічний склад. Це робить їх досить важкими для обробки механічними знаряддями, проте вони добре утримують воду в своїх порах.

Хімічний склад: Основними хімічними підприємствами ферралітичних ґрунтів є оксиди заліза та алюмінію, що надає їм

характерного червоного кольору. Вміст поживних речовин, таких як азот, фосфор і калій, зазвичай є низьким через інтенсивне вимивання водою. Високий рівень оксидів заліза та алюмінію також може спричинити проблеми з кислотністю ґрунту, що робить необхідним внесення вапна для корекції рН шляхом внесення певних компонентів.

Особливості родючості: Хоча ці ґрунти добре підходять для вирощування певних культур за умови постійного зрошення, їх природна родючість деякою мірою обмежена. Для підтримки стабільного врожаю необхідно вносити мінеральні добрива та органічні речовини, оскільки ферралітичні ґрунти схильні до швидкого вичерпання поживних елементів ґрунту.

Структура посівних площ

Згідно з доступною інформацією, велика частина з 19 800 гектарів виділена під вирощування кукурудзи, яка є основною культурою на підприємстві, оскільки зрошувальні системи та дощові методи дозволяють отримувати стабільні великі врожаї. Також підприємство використовує землі з меншою продуктивністю для вирощування різної худоби.

Сільськогосподарські угіддя SODOSA можна поділити між основними культурами, які компанія вирощує (рис. 2.3). Враховуючи, що кукурудза є головною культурою на підприємстві, поряд з іншими культурами, такими як соя, квасоля та рослини маніоку структура має такі данні:

Кукурудза – 50% загальної площі, 9900 га. Його вирощують як важливу культуру завдяки продовольчій безпеці та стабільним урожаям у зрошувальних системах на фермі. Таким чином, приблизно 20% ґрунту в Бразилії є рослинами.

Соя – 20% площі, 3960 га. Соя використовується як основна культура для отримання рослинної олії та білків.

Квасоля – близько 15% площі, 2970 га. Квасоля використовується як багата на білки культура, яка є важливою для місцевого раціону.

Маніок – 10% площі, 1980 га. Маніока вважається традиційною культурою, популярною в багатьох регіонах Північної Африки, і використовується як основне джерело їжі в Анголі.

Пасовища – приблизно 5%, 990 га. Ця частина землі використовується для випасу великої рогатої худоби та деяких кіз на менш продуктивних землях ферми.



Рис. 2.3. Поля агропідприємства

Кількість працівників: Враховуючи середні показники робочої сили на аналогічних підприємствах, що обробляють близько 19 800 гектарів, для обробки такої площі потрібно близько 400–450 працівників. Для господарств

з подібними масштабами та інтенсивністю обробки сільськогосподарських культур це є середнім значенням.

Використання добрив: Для підтримання родючості червоних ферралітичних ґрунтів необхідне регулярне внесення органічних та мінеральних добрив, особливо азотних і фосфорних. Також рекомендується використовувати органічні добавки для покращення структури ґрунту та утримання вологи в ґрунті. Через властивості місцевих ґрунтів, SODOSA активно використовує органічні та мінеральні добрива для підтримання рівня родючості ґрунтів. Для основної культури підприємства, кукурудзи, використовують деякі азотні, фосфорні та калійні добрива, щоб забезпечити повноцінний розвиток посівів і підвищити врожайність. Крім того, використання добрив допомагає компенсувати нестачу органічних речовин у ферралітичних ґрунтах, які швидко виснажуються.

Використання пестицидів. Зважаючи на велику площу посівів і наявність загроз зі сторони шкідників, SODOSA застосовує сучасні пестициди для захисту врожаїв. Основні пестициди використовуються для контролю над шкідниками, які можуть завдати значної шкоди посівам кукурудзи, сої та квасолі. Водночас компанія намагається збалансувати використання хімічних засобів із деякими екологічними практиками, впроваджуючи контроль за залишками різних пестицидів у ґрунті та врожаї, що сприяє довготривалій родючості полів та безпеці виробництва продукції.

Завдяки таким умовам і практикам, SODOSA досягає стабільної продуктивності та високої якості своєї продукції на площі в понад 19 000 гектарів.

Висновок: Червоні ферралітичні ґрунти добре підходять для сільського господарства, особливо в тропічних умовах Анголи, однак їх продуктивність завжди залежить від інтенсивного догляду та внесення добрив. Досить високий рівень вивітрювання робить необхідним використання різних агротехнічних методів для збереження їхньої родючості на тривалий період.

2.2. Методологія та проблематика систем зрошення

Ангола розташована в тропічній зоні, що визначає її кліматичні умови, які значно варіюються залежно від регіону країни. Північні регіони країни характеризуються досить вологим екваторіальним кліматом із відносно регулярними опадами, тоді як південні та центральні райони мають тропічний сухий клімат з частими посухами і нерегулярними дощами. Основним джерелом води для сільського господарства є сезонні дощі, але їх нерівномірний розподіл за сезонами та територією створює значні труднощі для стабільного виробництва кукурудзи та інших культур. Такі умови підвищують ризик неврожаїв і загрожують продовольчій безпеці країни і регіону в цілому.

Щорічна кількість опадів у різних частинах Анголи варіюється від 500 мм на рік у південних та центральних регіонах до понад 1600 мм на півночі. Сезон дощів в основному триває з жовтня по квітень, та його тривалість і інтенсивність можуть значно відрізнятись від року до року, не постійний, що ускладнює планування сільськогосподарських робіт. Кукурудза, є основною продовольчою культурою країни сильно залежить від регулярного зволоження посівів. Нестабільність кількості опадів і нерівномірність їх розподілу роблять вирощування цієї культури дуже ризикованим, а недостатність зрошувальних систем поглиблює проблему з лімітуючими факторами.

Середня температура в Анголі в основному коливаються від 15 до 30°C. Кукурудза адаптована до теплих кліматичних умов, однак тривалі періоди спеки без належного зрошення можуть різко знизити її врожайність через пересихання ґрунту та втрату вологи в ґрунті. Особливо це актуально для ферралітових і піщаних ґрунтів, поширених в Анголі, вони мають низьку здатність утримувати вологу в собі і потребують регулярного зрошення для збереження родючості ґрунту.

Основна проблема для аграрного сектору Анголи полягає в нестачі водних ресурсів. Вирощування кукурудзи ускладнюється залежністю від кількості природних опадів, а нерегулярність дощів призводить до значних коливань у врожайності. Фермери, які використовують традиційні методи землеробства, стикаються з викликами, пов'язаними з відсутністю інфраструктури для управління водними ресурсами. Відсутність систем зрошення знижує врожайність, яка без зрошення може становити приблизно 1–1,5 тонн з гектара, тоді як з впровадженням сучасних зрошувальних систем врожайність може зрости до 4–6 тонн з гектара, або навіть і більше.

Незважаючи на обмежене застосування зрошувальних систем в Анголі через технічні та фінансові бар'єри, дослідження показують, що впровадження стійких систем зрошення може значно покращити врожайність кукурудзи, особливо в посушливих регіонах. Системи крапельного зрошення дозволяють ефективно розподіляти воду безпосередньо до кореневої системи рослин, що мінімізує втрати води і сприяє більш ефективному використанню обмежених водних ресурсів. Це особливо важливо в умовах Анголи, де проблеми з водою є однією з ключових перешкод для збільшення продуктивності сільського господарства.

У багатьох африканських країнах вже існують успішні приклади впровадження стійких зрошувальних систем в господарстві. Наприклад, у Кенії, де також існують проблеми з водними ресурсами регіону, застосування систем крапельного зрошення дозволило підвищити врожайність кукурудзи та інших культур в кілька разів і знизити залежність від сезонних дощів. В Ефіопії інвестування в інфраструктуру для збору дощової води та її зберігання допомогло стабілізувати виробництво зернових навіть у періоди посухи в умовах недостатньої вологості.

Досвід цих країн може бути цінним і для Анголи, оскільки подібні кліматичні умови та проблеми з доступом до водних ресурсів вимагають аналогічних рішень, а підприємство може розраховувати на досвід інших підприємств. Впровадження стійких систем зрошення в Анголі може стати

важливим кроком у боротьбі з кліматичними викликами, підвищенні врожайності кукурудзи та інших культур та забезпеченні продовольчої безпеки країни. У наступному розділі буде детально розглянуто технологічні аспекти стійких систем зрошення та їхній потенціал для використання в умовах регіону Анголи.

Загалом було проведено 20 замірів на 10 ділянках (5 ділянок контрольних та 5 з додатковим зволоженням).



Рис. 2.1. Схема польового дослідження

Фенологічними спостереженнями встановлювали час настання фаз розвитку рослин, а саме таких як проростання насіння, сходи, утворення 3-5-го листка, 7 листків, 12-13 листків, цвітіння качанів, формування і досягання зерна молочної, воскової і фізіологічної стиглості. Початком фази вважали день, коли вона виявлялася не менше ніж у 10% рослин, масовим настанням фази – день, коли вона була у 75% рослин. Крім того, відмічали дати сівби та збирання врожаю [16].

Біометричні виміри проводили протягом вегетаційного періоду рослин. Визначали висоту рослин, наростання сирі та сухої надземної маси рослин кукурудзи. Зразки відбирали і аналізували з дослідних ділянок в 4-х несуміжних повтореннях [9].

Облік густоти стояння проводили у фазі 3-5 листків окремо на кожній дослідній ділянці. Після чого проводили формування густоти стояння рослин згідно схеми досліду. Перед збиранням врожаю підрахунок рослин на всіх варіантах на фіксованих ділянках повторювали (в 4-х повтореннях) [21].

Висоту рослин визначали в основні фази росту та розвитку рослин кукурудзи шляхом виміру 10 закріплених, типових для даного варіанту рослин, у чотирьох несуміжних повтореннях. Висоту рослин вимірювали до фази цвітіння – від поверхні ґрунту до верху самого довгого (витягнутого) листка; після фази викидання волоті – від поверхні ґрунту до верхньої кінцівки волоті [9].

Структура врожаю. Аналіз зразків проводили перед збиранням врожаю. Зразки відбирали із пробних ділянок, закріплених для підрахунку густоти стояння. Визначали кількість рослин, листків, качанів, висоту рослин, висоту кріплення нижнього качану, масу снопа і зерна, довжину качанів, кількість зерен у качані, масу зерна з одного качану, масу 1000 зерен.

Збирання врожаю проводили вручну у фазі повної стиглості зерна, при цьому качани з кожної ділянки зважували окремо. Показники вологості зерна та виходу зерна з качанів визначали у пробах качанів (30 шт.), які відбирали з кожної облікової ділянки. Урожайність зерна гібридів кукурудзи перераховували на стандартну вологість 14%.

Урожайні дані кукурудзи обробляли за методом дисперсійного аналізу з метою одержання показників найменшої істотної різниці та частки впливу досліджуваних факторів згідно методики дослідної справи [27].

РОЗДІЛ 3

ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ СТІЙКОГО ЗРОШЕННЯ В АНГОЛІ

3.1. Проблематика використання систем зрошення

Впровадження систем зрошення в сільськогосподарському виробництві є важливою складовою підвищення врожайності та забезпечення стабільного виробництва продуктів продовольства в регіоні. Однак цей процес стикається з низкою викликів, які обмежують доступ до сучасних зрошувальних технологій на виробництві, особливо в країнах, що розвиваються, таких як Ангола та інші регіони Африки.

Нестача фінансових ресурсів

Однією з найважливіших перепон для впровадження систем зрошення є недостатність фінансових ресурсів. Сучасні системи зрошення, такі як крапельне або підґрунтове зрошення рослин, вимагають значних початкових інвестицій у придбання обладнання, установку та технічне обслуговування.

Висока вартість обладнання систем: Сучасні зрошувальні системи, такі як спринклерні або крапельні, мають високу вартість, включаючи насоси, труби, резервуари для води, фільтри та датчики. Господарства, особливо в країнах із обмеженим доступом до кредитів або державної підтримки, можуть не мати можливості зробити ці інвестиції в господарство.

Витрати на обслуговування та ремонт систем: Після встановлення систем зрошення потрібні додаткові кошти на їх підтримку. Наприклад, крапельне зрошення може потребувати регулярного очищення фільтрів і крапельниць від засмічення ґрунтом та сумішами. У разі несправностей, потрібні кошти на заміну компонентів або ремонт системи.

Недостатність технічних знань і кваліфікованих кадрів

Для ефективного використання зрошення необхідні спеціальні технічні знання та навички в кваліфікованих кадрах, яких часто бракує серед фермерів, особливо в сільських районах країн Африки.

Недостатність інформації: Багато фермерів не мають доступу до сучасної інформації про різні види систем зрошення, їх переваги та способи встановлення. Відсутність технічної освіти та навичок ускладнює процес вибору правильної системи, яка б відповідала потребам і умовам конкретного господарства в регіоні.

Навчання та підтримка: Успішне впровадження зрошувальних систем в підприємстві вимагає постійної підтримки з боку агрономічних фахівців, але в багатьох регіонах бракує програм навчання або консультативних служб. Це створює бар'єр для ефективної експлуатації систем і призводить до поганого управління водними ресурсами.

Проблеми з водними ресурсами

Для ефективної роботи систем зрошення необхідно мати стабільне джерело вологи, яке не завжди доступне у багатьох регіонах, включаючи Африку.

Недостатність водних ресурсів: У багатьох регіонах, де зрошення є необхідністю через нестачу опадів, доступ до води може бути обмеженим. Високий рівень засухи та нестача річкових або ґрунтових вод робить впровадження зрошення викликом, оскільки навіть найдосконаліші системи не можуть функціонувати без стабільного водопостачання на територіях господарств.

Забруднення води: У багатьох випадках доступні водні ресурси можуть бути забрудненими хімічними сумішами, що спричиняє додаткові виклики для використання їх у зрошенні. Забруднена вода може пошкоджувати рослини або засмічувати зрошувальні системи, що зменшує ефективність їх роботи в господарстві.

Конкуренція за водні ресурси: В умовах обмежених ресурсів конкуренція між різними секторами економіки (сільське господарство, промисловість, населення) може створювати напруженість та ускладнювати впровадження зрошувальних систем.

Недоліки інфраструктури

Для ефективного функціонування систем зрошення необхідна належна інфраструктура, включаючи водосховища, канали для транспортування води та енергопостачання на виробництві.

Відсутність енергопостачання: Багато сучасних систем зрошення залежать від електроенергії для роботи насосів і автоматизованих систем управління. Відсутність стабільного доступу до електроенергії в деяких районах ускладнює впровадження систем або підвищує їх вартість через необхідність використання альтернативних джерел енергії, таких як генератори чи сонячні батареї.

Проблеми з транспортуванням води: Недосконала або зношена інфраструктура водопостачання, така як канали та трубопроводи, може призвести до значних втрат води та зниження ефективності зрошувальних систем на виробництві. Старі системи часто не відповідають сучасним стандартам та вимогам експлуатації, що робить їх модернізацію необхідною, але дороговартісною.

Віддаленість джерел води: Для багатьох фермерів основні джерела води (річки, озера, підземні води, тощо) знаходяться на значній відстані від їхніх господарств, що ускладнює доступ до води для наших потреб. Це вимагає додаткових інвестицій у будівництво довгих водопроводів або насосних станцій.

Кліматичні виклики

Зміна клімату суттєво впливає на можливості впровадження різних систем зрошення.

Нестабільність опадів: Збільшення періодів посухи та непередбачуваність опадів ускладнюють планування та управління водними

ресурсами. Це може створювати додатковий тиск на зрошувальні системи та вимагати більших резервуарів для зберігання вологи або змін у стратегіях зрошення.

Екстремальні погодні умови: Сильні дощі можуть призвести до ерозії ґрунту або затоплення полів, що робить зрошувальні системи менш ефективними в наших умовах. У подібних умовах потрібні додаткові заходи для захисту інфраструктури від погодних катастроф.

Політичні та адміністративні проблеми

У деяких Африки, адміністративні перешкоди можуть ускладнювати впровадження зрошувальних систем.

Відсутність урядової підтримки: Уряди не надають необхідну підтримку в розробці та впровадженні сучасних систем зрошення. Це може проявлятися у відсутності субсидій, програм підтримки фермерів або кредитних ліній для малих та середніх господарств.

Складна регуляторна база: У деяких випадках регуляторні вимоги щодо використання водних ресурсів можуть бути надто суворими або недостатньо розробленими, це ускладнює впровадження систем зрошення на практиці підприємств. Фермери можуть стикатися з юридичними труднощами при отриманні дозволів на водовикористання або через відсутність чіткого законодавства стосовно систем зрошення.

Висновки. Впровадження систем зрошення є важливим кроком для підвищення продуктивності сільського господарства, особливо в умовах посухи та нестабільності клімату. Однак цей процес супроводжується численними викликами, серед яких основними є фінансові обмеження економіки підприємств, недостатність технічних знань, проблеми з водними ресурсами та інфраструктурою, а також політичні та адміністративні бар'єри у використанні систем зрошення. Для подолання цих викликів необхідно розробляти комплексні програми підтримки фермерів, інвестувати у водні ресурси та інфраструктуру, а також забезпечувати належну освіту та технічну підтримку сільськогосподарським виробникам продуктів рослинництва.

3.2. Особливості вирощування кукурудзи на зрошенні

Кукурудза - одна з найважливіших та розповсюджених культур в світовому сільському господарстві. Вирощується тропічних, субтропічних та помірних кліматичних зонах та використовується в харчуванні, кормах та промисловості. Для людини це продукт харчування, для тварин – корм, а для промисловості – сировина для виробництва крохмалю, олії, біопалива, етанолу, тощо.

Морфологічні особливості кукурудзи

Коренева система:

Добре розвинена, потужна та стрижнева, здатна проникати до глибини до 1,5 метрів. Це дозволяє кукурудзі ефективно використовувати воду та поживні речовини з нижніх шарів ґрунту.

Основні корені розташовані у верхніх 30 см ґрунту, але також формуються додаткові корені (повітряні) для стійкості рослини.

Стебло:

Прямостояче, порожнисте всередині, складається з вузлів і міжвузлів. Висота стебла може коливатися від 1 до 4 метрів, залежно від сорту та умов вирощування.

Стебло міцне і забезпечує рослину стійкістю до вітру, одночасно транспортує поживні речовини.

Листя:

Листя велике, ланцетоподібної форми, розташоване по черзі вздовж стебла. Вони грають важливу роль у фотосинтезі, завдяки якому рослина отримує енергію для росту та розвитку.

Кількість листків на стеблі може досягати 16-18 штук.

Квітки:

Кукурудза – це однодомна рослина з розділеними чоловічими та жіночими квітками. Чоловічі квітки розташовані у волоті на верхівці стебла, а жіночі – в пазухах листків, які утворюють качани.

Після запилення жіночі квітки формують зернівки, які є основним продуктом урожаю.

Плід:

Зернівка є сухим, багатим на поживні речовини плодом кукурудзи. Зерно зазвичай жовтого кольору, але зустрічаються сорти з червоним, білим або навіть фіолетовим забарвленням. Кожен качан може містити до 1000 зернівок, залежно від сорту і умов вирощування.

Агротехнічні вимоги до вирощування кукурудзи

Норма внесення добрив

Для високого урожайності кукурудзи на добрива існує форма живлення, оскільки це культура, яка виснажує ґрунт. Ефективність внесення добрив залежить від типу ґрунту, вмісту макроелементів та рівня планованих урожаїв. Основними макроелементами є азот (N), фосфор (P) і калій (K) та мікроелементами, такі як магній, цинк та сірка. Найголовнішим є азот, бо при інтенсивному росту і розвитку кукурудзу забезпечує високу потребу в азоті, спочатку він використовується для побудови білків; основним після фотосинтезу після води. Середнє множення під оброблення азоту складає від 120-200 кг/га. Витрати фосфору в годі парна та забезпечують розвиток кореневої системи та енергійний ріст рослин. Перед внесенням під основний обробіток ґрунту вноситься мінімальне значення фосфору для: 60-100 кг/га. Калій грає ключову роль у формуванні стійкості рослини до стресових ситуацій та водного балансу. Кількість калію 80-150кг/га. Цинк. Значущі фактори ґрунтоутворення включають цинк. Енергії і ферменту в комплексі в дуже процесах рослини, тому в першу чергу покликані позначки. Кількість цинку 2-5 кг/га.

Норма води

Вимоги щодо вологості ж рослин навіть під час активного росту все-таки високі. Зрошення повинно бути майже на протязі всього вегетаційного періоду, а саме в процесі цвітіння та створювання врожаю. У цілому кукурудзі ефективні рівні опадів виносять від 450 до 700 міліметрів

протягом вегетаційного періоду. Потрібно доставляти недостатню вологу під час становлення зерна. У таких умовах нові рослини відновлює потік води з стебел від старожил або листя, що призводить до зниження врожайності. Застосування різних зрошувальних предметів, таких як крапельний зрошувальний стан, допомагає значно підвищити ефективність використання води та піднімати зростання рослин

Тепловий режим

Кукурудза – це теплолюбна культура, для нормального росту та розвитку якої потрібні відповідні температурні умови.

Оптимальна температура для проростання насіння становить $+8-10^{\circ}\text{C}$, а для вегетації – $+20-25^{\circ}\text{C}$.

Під час цвітіння та наливу зерна температура не повинна перевищувати $+30-32^{\circ}\text{C}$, оскільки надмірна спека може спричинити зниження продуктивності.

Кукурудза погано переносить заморозки, тому посів проводять після того, як мине загроза нічних заморозків.

Вимоги до ґрунту

Кукурудза росте на різних типах ґрунтів, але найкращі результати досягаються на родючих, добре дренованих ґрунтах з помірним вмістом органічної речовини.

Вміст гумусу: кукурудза добре реагує на ґрунти з вмістом гумусу понад 2%. Ґрунти з низьким вмістом органічної речовини вимагають додаткового внесення органічних або мінеральних добрив.

Кислотність ґрунту: оптимальний рН для вирощування кукурудзи коливається в межах 5,5-7,0. На кислих ґрунтах рекомендується проводити вапнування для підвищення врожайності.

Структура ґрунту: найкращими є чорноземи та суглинки, оскільки вони забезпечують рослину водою та поживними речовинами. На важких глинистих ґрунтах ефективність зрошення та живлення може бути знижена через погану аерацію кореневої системи.

Інші фактори

Світловий режим: кукурудза потребує інтенсивного сонячного світла протягом дня. Недостатність освітлення може негативно вплинути на процес фотосинтезу та формування врожаю.

Захист від шкідників і хвороб: регулярний моніторинг шкідників, таких як стебловий метелик, та профілактика грибкових хвороб є необхідними для збереження високої врожайності.

Фактори формування врожаю

Врожайність кукурудзи залежить від кількох ключових факторів:

- своєчасне внесення добрив і їх баланс.
- достатнє зволоження в періоди найбільшої потреби.
- оптимальний тепловий режим на всіх етапах розвитку.
- вибір стійкого сорту, здатного адаптуватися до місцевих кліматичних умов.
- боротьба з шкідниками та хворобами, які можуть істотно знизити врожайність.

Середня врожайність кукурудзи

Середня врожайність кукурудзи значно варіюється залежно від умов вирощування, агротехнічних заходів та регіону. У світі середня врожайність коливається від 3 до 10 тонн на гектар, однак у високопродуктивних регіонах вона може досягати 12-15 тонн/га. Найвищі врожаї зазвичай досягаються у країнах з розвинутою аграрною інфраструктурою та використанням сучасних агротехнологій.

Фактори, що впливають на врожайність кукурудзи:

- кліматичні умови: температура, вологість, кількість опадів.
- ґрунти: родючість, структура, кислотність.
- вибір сорту: стійкість до шкідників, хвороб, посух.
- агротехнічні заходи: якість посівного матеріалу, сівозміна, підживлення, зрошення.
- фітосанітарні умови: боротьба з шкідниками та хворобами.

Фактори формування врожаю

Формування врожаю кукурудзи залежить від низки факторів, серед яких:

- температурний режим: кукурудза потребує тепла для активного росту. оптимальна температура для проростання насіння – 8-10°C, для росту і розвитку рослин – 20-25°C.
- вологість ґрунту: достатня вологість є критично важливою на етапах цвітіння та формування зерна. однак кукурудза також вимагає добре дренованого ґрунту, щоб уникнути застою води.
- світловий режим: кукурудза потребує інтенсивного сонячного освітлення, оскільки процес фотосинтезу відіграє ключову роль у розвитку зернівки.
- живлення: потребує великої кількості макроелементів, особливо азоту, фосфору та калію. внесення добрив значно підвищує врожайність.
- захист від шкідників і хвороб: своєчасна профілактика та боротьба з хворобами і шкідниками має велике значення для отримання високого врожаю.

3.3. Аналіз вирощування кукурудзи в Анголі

Африка є важливим регіоном для вирощування кукурудзи, особливо через її роль у харчовій безпеці континенту. В багатьох африканських країнах кукурудза є основною харчовою культурою, яка забезпечує значну частину щоденного раціону населення.

Однак, вирощування кукурудзи в Африці стикається з низкою викликів:

- **Нерегулярні опади:** у багатьох регіонах спостерігаються сезонні посухи, що ускладнює процес вирощування без належних систем зрошення.
- **Низька родючість ґрунтів:** виснаження ґрунтів через неправильні агротехнічні практики та відсутність сівозмін призводить до зниження врожайності.

- **Обмежений доступ до сучасних агротехнологій:** багато фермерів не мають змоги використовувати сучасні добрива, насіння та засоби захисту рослин через їхню високу вартість.
- **Вплив шкідників і хвороб:** кукурудза в Африці часто страждає від поширених шкідників, таких як стебловий кукурудзяний метелик, а також різних грибкових захворювань.

Агрономічні аспекти

Кукурудза є основною зерновою культурою в Анголі, вирощуваною на великій площі, як на невеликих сімейних фермах, так і на великих плантаціях. Основними районами вирощування кукурудзи є провінції Уамбо, Бенгела, Маланже та Квандо-Кубанго.

Ангола має сприятливі кліматичні умови для вирощування кукурудзи, зокрема у центральних і південних районах країни, де спостерігається тропічний клімат з сухим і вологим сезонами. Однак, незважаючи на потенціал, середня врожайність кукурудзи в Анголі є нижчою порівняно з багатьма іншими країнами. Це пояснюється такими чинниками:

- **Посухи:** періодичні посухи сильно впливають на врожай кукурудзи, особливо в регіонах, де немає систем зрошення. Багато фермерів покладаються виключно на дощі для зволоження полів, що робить їх вразливими до зміни клімату.
- **Нестача сучасних агротехнологій:** в Анголі більшість фермерів використовують традиційні методи вирощування, що знижує ефективність виробництва. Відсутність доступу до якісного посівного матеріалу та добрив також обмежує потенціал зростання врожайності.
- **Шкідники та хвороби:** Ангола стикається з проблемами поширення шкідників, таких як кукурудзяний метелик та комахи, які пошкоджують качани. Відсутність належної профілактики і контролю призводить до значних втрат урожаю.

Проблеми фермерів

Фермери в Анголі стикаються з численними проблемами, що обмежують їхні можливості у вирощуванні кукурудзи:

1. **Нестача водних ресурсів:** через нерегулярні опади та посухи вирощування кукурудзи є ризикованим. Відсутність зрошувальних систем змушує фермерів повністю залежати від дощів, що призводить до коливання врожаїв.
2. **Нестача фінансування:** більшість дрібних фермерів не мають доступу до кредитів чи державних програм підтримки, що ускладнює впровадження нових технологій, купівлю добрив чи засобів захисту рослин.
3. **Недостатня інфраструктура:** сільськогосподарська інфраструктура в багатьох районах Анголи не розвинена. Це стосується як систем зберігання врожаю, так і транспортних шляхів для його доставки.

3.4. Можливості та переваги стійкого зрошення

Стійке зрошення є ключовим фактором у забезпеченні стабільного сільськогосподарського виробництва та підвищення врожайності, особливо в умовах змін клімату та обмежених водних ресурсів. Впровадження стійких зрошувальних систем не тільки покращує ефективність використання води, але й має низку інших важливих переваг для фермерів, економіки та довкілля.

Переваги стійких зрошувальних систем

Збільшення врожайності сільськогосподарських культур: Однією з головних переваг стійкого зрошення є можливість значного підвищення врожайності. Завдяки точному контролю за рівнем вологості ґрунту та своєчасній подачі води, рослини отримують оптимальні умови для росту.

Збільшення врожайності кукурудзи: У регіонах, де впроваджено стійке зрошення, врожайність кукурудзи може зрости на 20-45% у порівнянні

з традиційними методами вирощування. Це особливо важливо для Анголи, де кукурудза є одна з основних продовольчих культур.

Підтримка продуктивності в умовах посухи: Стійкі зрошувальні системи в господарстві дозволяють ефективно використовувати наявні водні ресурси навіть у періоди засухи, коли традиційні методи вирощування не можуть забезпечити достатню кількість вологи для рослин.

Оптимізація управління водними ресурсами: Стійке зрошення сприяє кращому управлінню водними ресурсами в регіоні, що особливо важливо в регіонах з обмеженим доступом до води.

Зниження витрат води: Технології, такі як крапельне зрошення та системи управління водою на основі датчиків, дозволяють значно зменшити втрати води через випаровування, стікання або нерівномірне розподілення. Це забезпечує ефективніше використання доступних водних ресурсів.

Можливість використання менш придатної води: Деякі стійкі системи зрошення можуть використовувати воду з невисокою якістю, таку як очищені стічні води, що сприяє зменшенню навантаження на прісні водні джерела.

Скорочення негативного впливу на довкілля : Впровадження стійких зрошувальних систем допомагає мінімізувати негативні екологічні наслідки, пов'язані з сільським господарством.

Запобігання ерозії ґрунтів: Системи стійкого зрошення, такі як крапельне або підґрунтове зрошення, допомагають уникнути перезволоження ґрунтів, що знижує ризик ерозії та заболочування місцевості. Це сприяє збереженню родючого шару ґрунту та підвищенню його продуктивності.

Зменшення викидів парникових газів в атмосферу: За рахунок оптимізації водоспоживання та зменшення необхідності в частому використанні важкої техніки для поливу, стійкі системи зрошення сприяють скороченню викидів парникових газів у сільськогосподарському секторі.

Стійке управління добривами: Системи крапельного зрошення дозволяють більш ефективно доставляти добрива безпосередньо до кореневої

системи рослин, що зменшує потребу у використанні великих кількостей хімічних речовин, запобігаючи їхньому вимиванню у водні джерела та ставки.

Підвищення стійкості до змін клімату : У зв'язку зі зміною клімату та збільшенням частоти посух, стійкі системи зрошення стають важливим інструментом у підтримці стабільності аграрного виробництва в регіоні.

Адаптація до екстремальних погодних умов: Завдяки стійким зрошувальним системам фермери можуть забезпечити свої культури вологою навіть у найбільш несприятливі кліматичні періоди. Це дозволяє стабільно отримувати гарні врожай і зменшувати ризик втрат через зміни клімату.

3.5. Особливості формування густоти стеблостою та висоти рослин

Опис досліду: дослідження полягало у визначенні ефективності дощувальної системи, використаної для зрошення польової кукурудзи у господарстві.

Метою виступало те, щоб визначити, як ця система зрошення впливає на врожайність порівняно із ділянками, які не підлягали додатковій зволоженості.

Опис дощувальної системи у нашому господарстві: ми звели центральну кругову дощувальну систему, що забезпечує рівномірний полив кукурудзи на території площею 50 га. Ця система являє собою автоматизовану конструкцію, що контролює обсяги води залежно від потреби ґрунту та стану посіву. На термін проведення експерименту на кожний гектар подавалося 6000 м³ води.

Що стосується густоти сходів, то рослини кукурудзи сформували густоту посіву у межах 65,8 – 70,1 тисяч на гектар. При цьому слід вказати, що на варіанті де проводили зрошення густота сходів була дещо вищою – 68,9 тис/га що на 0,7 тис/га більше у порівнянні з контрольним варіантом (без поливу) (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Оцінка дослідних ділянок кукурудзи за густотою сходів, тис. / га

Варіант	К-ть ділянок відбору					x	Sx	V, %	Польова схожість, %
	1	2	3	4	5				
Контроль, без зрошення	67,0	66,9	65,8	69,3	68,9	67,5	1,876	2,746	92,5
Зрошення дощуванням, 6000 м ³ води	69,3	70,1	68,9	69,0	66,8	68,9	1,922	2,869	94,4



Рис. 3.1. Контроль густоти висіву насіння кукурудзи



Рис. 3.2. Загальний вигляд сходів кукурудзи

Дещо вищу польову схожість отримано на варіанті із зрошення 94,4%, що на 1,9% більше у порівнянні з контрольним варіантом (без зрошення).

Висота стеблостою є одним з найважливіших біологічних показників росту кукурудзи. Залежно від агрозаходів і кліматичних умов цей показник змінюється. Стебла ростуть сильно і характеризуються високою щільністю. Поряд з тим, що висота стебла є генетично обумовленою ознакою, вона також сильно залежить від умов навколишнього середовища.

Аналізуючи посів кукурудзи за показником висота рослин у фазу цвітіння, нами встановлено, що він, в середньому по досліді, був у межах 168,9-210,1 см (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Оцінка дослідних ділянок кукурудзи за висотою рослин у фазу цвітіння

Варіант	Рослини										x
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Контроль, без зрошення	186,9	178,6	185,6	178,6	189,0	168,9	180,3	179,6	189,3	190,3	182,7
Зрошення дощуванням, 6000 м ³ води	205,6	210,1	197,6	189,6	185,6	197,9	210,0	189,6	198,6	188,9	197,4

На варіанті із зрошуванням через сприятливі умови водозабезпечення рослин кукурудзи лінійний ріст рослин був кращим. Так, на цьому варіанті рослини кукурудзи були найвищими – 185,6-210,1 см, за середнього показника 197,4 см.



Рис. 3.3. Вплив зрошення на формування висоти рослин кукурудзи

Проведені обліки і послідуочий аналіз рослин кукурудзи за кількість продуктивних листків, які сформовані у фазу цвітіння показали, що їх

кількість була на дослідній ділянці була в межах від 10 до 12 штук на рослину (табл. 3.3, рис. 3.4).

Таблиця 3.3

Оцінка дослідних ділянок кукурудзи за кількістю листків у фазу цвітіння

Варіант	Рослини										х.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Контроль, без зрошення	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9,8
Зрошення дощуванням, 6000 м ³ води	12	14	12	10	12	11	12	12	12	12	12	11,9

Більша кількість листків на рослинах кукурудзи була на варіанті із зрошенням – 10-14 шт, за середнього значення - 11,9 шт.



Рис. 3.4. Оцінка рослин кукурудзи за кількістю листків

3.6. Вплив зрошування на структуру врожаю кукурудзи

Продуктивність кожної рослини формується на основі таких показників як кількість рядів в качані, кількість зерна в ряду, маса 1000 насінин. Всі вони взаємозв'язані між собою і за недостатнього розвитку одного структурного елемента майбутня зернова продуктивність може бути компенсована за рахунок інших складників. Враховуючи той факт, що окремі елементи структури урожаю формуються на різних етапах органогенезу, то для успішного їх розвитку потрібно створити оптимальні умови.

Це вказує на те, що управляючи процесами реалізації генетично зумовленого потенціалу можна сформувати високопродуктивні агрофітоценози кукурудзи і цим самим зменшити розрив між потенційною та реальною виробничою урожайністю.

Нашими дослідженнями встановлено, що на дослідних ділянках рослини кукурудзи по різному сформували складові структури врожаю, формуючи різну кількість рядів в качані, кількість зерна в ряду качана, масу 1000 насінин (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Оцінка дослідних ділянок кукурудзи за елементами структури врожаю

Варіант	Показники				
	кількість рядів в качані, шт	кількість зерен в ряду, шт	кількість зерен в качані, шт	маса зерна з качана, г	маса 1000 зерна, г
Контроль,	14	16,0±1,6	222±12,2	45,3±5,31	204,1±3,3
Зрошення	16	18,5±1,0	26±14,2	76,2±8,31	257,4±3,5

Навіть такий показник, як кількість рядів у качані, який як правило генетично обумовлений, за сприятливого водозабезпечення через полив був вищим на варіанті із зрошенням.

Кількість зерна в ряду становила 16,0-18,5 штук залежно від варіанту досліду. Вищою вона була на варіанті із зрошуванням.

Характерною особливістю формування кількості зерна в ряду є те, що вона відбувалася за параболічною кривою із подовженням періоду вегетації кукурудзи, що ми і досягли покращуючи водозабезпечення рослин кукурудзи.

Маса зерна з качана є похідною величиною від кількості зерна в качані та маси 1000 насінин. Залежно від варіанту досліду вона становила 45,3 і 76,2 грами. Найвищим показником маси зерна з качана був варіант із зрошуванням – 76,2 грами.

3.7. Вплив зрошування на формування врожайності кукурудзи

Для підтвердження різниці було проведено експеримент з біометричним заміром врожайності на двох ділянках площею 10 гектарів кожна. Одна ділянка була зрошувальною, інша – контрольною, тобто не підлягала зрошенню (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Результати обліку врожайності зерна кукурудзи залежно від зрошення, т/га

Варіант	Врожайність, т/га										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Середня
Контроль, без зрошення	2,4	2,6	2,4	2,5	2,4	2,6	3,5	3,3	2,8	2,5	2,73
Зрошення дощуванням, 6000 м ³ води	4,1	4,3	5,2	5,6	4,2	4,5	4,8	6,0	5,5	5,2	5,03

Результати збирання врожаю показали, що під дощувальним обробітками в сезон врожайність була близько від 4,1 до 6,0 т/га, за середнього показника 5,03 т/га (рис. 3.5).

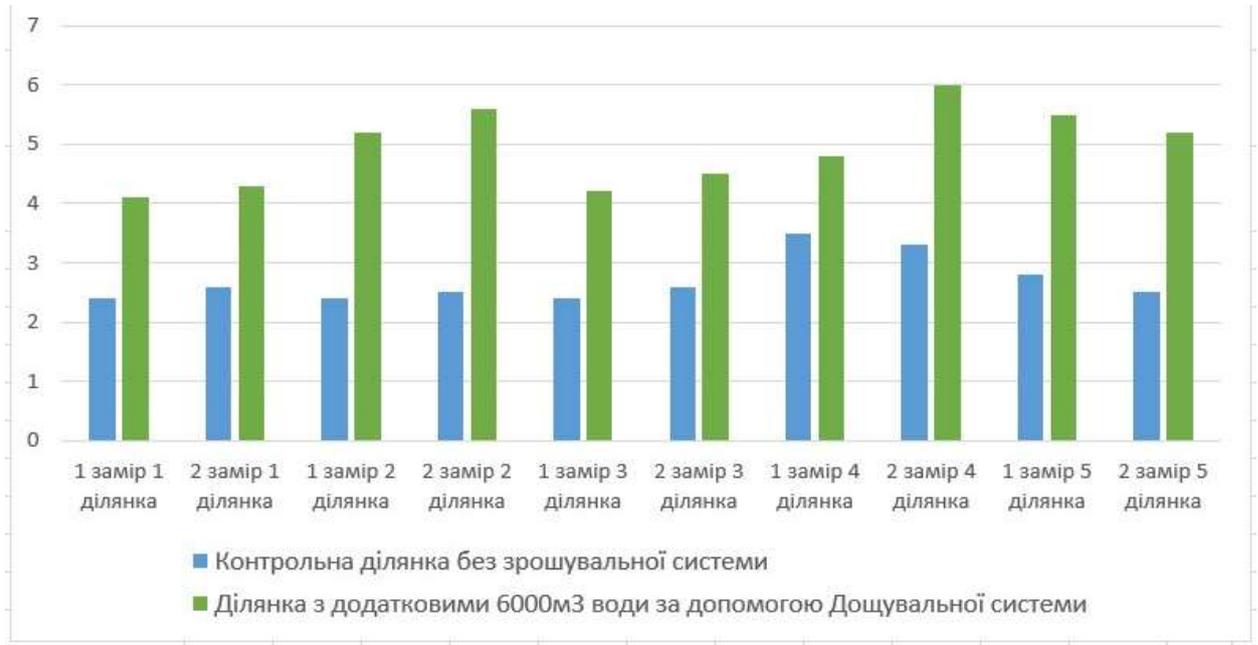


Рис. 3.5. Вплив зрошення на формування врожайності зерна кукурудзи

Отже, зрошувальна ділянка склала більш ніж 83% урожаю на рік в порівнянні з контрольною ділянкою.

Очевидно, що ці показники показують, що виявлене багато переваг системи зрошування, навіть в районах з помірними відкладами, незначно покращує ефективність вирощування культур.

Особливо це стосується кукурудзи, головного вирощуваної культури в цьому дослідженні, так як ця рослина дуже суха рослина, вона має дуже високі інтенсивні потреби у волого забезпеченні під час критичних періодів росту, таких як сезон цвітіння. Крім різниці в урожайності, відмінностей спостерігалося і до якості кукурудзяного зерна: зерно із контрольної ділянки набагато більше, через що це дослідження також показує цілісність цієї над продуктивної системи у землеробстві., результати цього дослідження

показують, що інвестиції в системи зрошування цілком важливі для доведення до стабільних врожаїв у виробництва в помірних районах.

Результати показали, що середня врожайність на зрошуваній ділянці була на 83% вищою, ніж на контрольній. Це підтвердило ефективність системи зрошення в умовах обмежених природних опадів. Використання дощувальних систем дозволило стабілізувати врожайність та підвищити рентабельність господарства.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Встановлено, що рослини кукурудзи в досліді сформували густоту посіву у межах 65,8 – 70,1 тис. / га. На варіанті де проводили зрошення густота сходів була дещо вищою – 68,9 тис/га що на 0,7 тис/га більше у порівнянні з контрольним варіантом (без поливу).

2. Дещо вищу польову схожість отримано на варіанті із зрошення 94,4%, що на 1,9% більше у порівнянні з контрольним варіантом (без зрошення).

3. На варіанті із зрошенням через сприятливі умови водозабезпечення рослин кукурудзи лінійний ріст рослин був кращим. Так, на цьому варіанті рослини кукурудзи були найвищими – 185,6-210,1 см, за середнього показника 197,4 см.

4. Проведені обліки і послідуочий аналіз рослин кукурудзи за кількість продуктивних листків, які сформовані у фазу цвітіння показали, що їх кількість була на дослідній ділянці була в межах від 10 до 12 штук на рослину. Більша кількість листків на рослинах кукурудзи була на варіанті із зрошенням – 10-14 шт, за середнього значення - 11,9 шт.

5. Встановлено, що на дослідних ділянках рослини кукурудзи по різному сформували складові структури врожаю, формуючи різну кількість рядів в качані, кількість зерна в ряду качана, масу 1000 насінин.

7. Маса зерна з качана є похідною величиною від кількості зерна в качані та маси 1000 насінин. Залежно від варіанту досліді вона становила 45,3 і 76,2 грами. Найвищим показником маси зерна з качана був варіант із зрошенням – 76,2 грами.

8. Результати збирання врожаю показали, що під дощувальним обробітками в сезон врожайність була близько від 4,1 до 6,0 т/га, за середнього показника 5,03 т/га. Отже, зрошувальна ділянка склала більш ніж 83% врожаю на рік в порівнянні з контрольною ділянкою.

ПРОПОЗИЦІЯ

Рекомендувати ангольському бізнес-конгломерату SODOSA S.A. при вирощуванні кукурудзи на зерно застосовувати кругові дощувальні систему, що забезпечує рівномірний полив кукурудзи поливною нормою 6000 м³ води на гектар, що дозволило стабілізувати врожайність та підвищити рентабельність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аверчев О.В., Іванів М.О., Лавриненко Ю.О. Індeksi врожайності та ефективної продуктивності у гібридів кукурудзи різних груп ФАО за різних способів поливу та вологозабезпеченості в посушливому степу України. Таврійський науковий вісник. 2020. № 114. С. 3–12.
2. Анішин Л.П. Особливості кукурудзи. Агроперспектива. 2007. №5. С. 16–18.
3. Бойко П., Коваленко Н. Традиційно й по «нулю». Farmer (the Ukrainian). 2017. №3(87), березень. С. 14–16.
4. Бондаренко Є. Стійке сільське господарство : Практичні рішення для Африки, Видавництво "Світова наука". 2021. 320 с.
5. Говенько Р. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування елементів структури врожаю гібридів кукурудзи. Збірник наукових праць "Агробіологія". 2022. №2 (174). С. 112–121.
6. Грицак О. Адаптація сільського господарства до кліматичних змін, Видавництво "Екосистема", 2020. 240 с.
7. Деркач І. Зрошувальні системи: Виклики та можливості для фермерів, Видавництво "Аграрна наука", 2021.
8. Джура Ю., Марченко О. Посухостійкість та регіональне позиціонування гібридів кукурудзи URL: <http://www.dekalb.ua/posuhostijkist-taregional-ne-pozicionuvanna-gibridiv-kukurudzi>.
9. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Дія. 2005. 288 с.
10. Зайцев Т. Технології ефективного використання водних ресурсів у сільському господарстві. Видавництво "Науковий світ", 2016. 180 с.
11. Зубрейчук М.С., Газінська Т.В., Ткаченко І.С. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від гідротермічних умов вегетації. *Насінництво*. 2012. №3. С. 7-12.

12. Іващенко О.О. Перспективи вирощування кукурудзи і сорго. Хімія. Агрономія. Сервіс. 2011. № 12. С. 38-41.
13. Іванов Г. Сучасні системи зрошення в умовах зміни клімату, Видавництво "Агросфера", 2017. 260 с.
14. Клімова О. Є. Діагностика на стійкість до посухи ліній цукрової кукурудзи. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2013. №4. С.64–70.
15. Ковальчук О. Кукурудза : Агрономічні аспекти вирощування, Видавництво "Землеробство", 2020. 156 с.
16. Колодка А.В., Твердохліб О.В. Механізм посухостійкості у рослин.. П'ята міжнародна конференція молодих учених: Харківський природничий форум (19-20 травня 2022 р., м. Харків): збірник тез. Харків: ХНПУ імені Г.С. Сковороди, 2022. С. 50-54.
17. Котченко М.В., Румбах М.Ю. Вплив елементів технології на урожайність зерна кукурудзи. Бюлетень інституту зернового господарства УААН. Дніпропетровськ, 2008. №33-34. С. 164-167,
18. Кравченко П. Використання води в посушливих регіонах, Видавництво "Гідроресурси", 2019. 152 с.
19. Лихочвор В. В., Проць Р. Р. Кукурудза : навч.-практ. вид. Львів : Українські технології, 2002. 48 с.
20. Лихочвор В.В., Петриченко В. Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та системи удобрення польових культур. Підручник. 3-тє видання, перероблене. Львів: Українські технології, 2021. 284 с.
21. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.,
22. Мазур В. А., Шевченко Н. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування якісних показників зерна кукурудзи. *Сільське господарство і лісівництво*. Вінниця, 2017. №6, т. 1. С. 7–14
23. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Паламарчук О.Д. Новітні агротехнології у рослинництві: Підручник. Вінниця, 2017. 588 с

24. Надь Янош. Кукурудза. Вінниця : Корзун Д. Ю., 2012. 580 с.
25. Петренко В. Інноваційні технології в агровиробництві, Видавництво "ТехноАгро", 2018. 125 с.
26. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур : підруч. Львів : НВФ "Українські технології", 2020. 806 с.
27. Пономаренко М. Зрошувальні системи та їх вплив на сільське господарство, Видавництво "Агронаука", 2019, 260 с.
28. Романенко М. Технологія вирощування кукурудзи. Рекомендації. KWS 150-річний досвід в селекції і насінництві с.-г. культур. 2010. 58 с.
29. Сайко В.Ф., Лобас М.Г., Яновський І.В., Малієнко А.М. та ін. Наукові основи ведення зернового господарства. К. : Урожай, 1994. 336 с.).
30. Шевченко М., Шевченко О., Шевченко С. Епоха потепління і кукурудза. Farmer. 2014. №3(51), березень. С. 42–44.
31. Шпаар Д. та ін. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання. К. : Альфастевія ЛТД., 2009. 396 с.
32. Aslam M., Maqbool M.A., Cengiz R. Mechanisms of Drought Resistance. Drought Stress in Maize (*Zea mays* L.). 2015. pp.19-36.
33. World Agricultural Supply and Demand Estimates. URL:<https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde> (Дата звернення 13.09.2024).

ДОДАТОК

Додаток А

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТ**

**МАТЕРІАЛИ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ
ТА АСПІРАНТІВ, ПРИСВЯЧЕНОЇ
МІЖНАРОДНОМУ ДНЮ СТУДЕНТА**

(18-22 листопада 2024 р., м. Суми)

Рекомендовано до друку науково-координаційною радою Сумського національного аграрного університету (протокол № 4 від 22.11.2024 р.)

Редакційна рада:

Коваленко І.М., д.б.н., професор
Данько Ю.І., д.е.н., професор
Ярощук Р.А., к.с.-г.н., доцент

Редакційна колегія:

Бричко А.М., к.е.н., доцент
Думанчук М.Ю., к.т.н., доцент
Кисельов О.Б., к.с.-г.н., доцент
Масик І.М., к.с.-г.н., доцент
Михайліченко М.А., к.і.н., доцент
Срібняк Н.М., к.т.н., доцент
Степанова Т.М., к.т.н., доцент
Шкромада О.І., д.вет.н., професор

**Матеріали Всеукраїнської наукової конференції студентів і аспірантів,
присвяченої Міжнародному дню студента – (18-22 листопада 2024 р.). –
Суми, 2024. – 557 с.**

У збірку увійшли тези доповідей Всеукраїнської наукової конференції студентів і аспірантів,
присвяченої Міжнародному дню студента.
Для викладачів, студентів, аспірантів.

ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗРОШУВАННЯ В АНГОЛІ

Куїмбамба Анаклето Грасіано Каломбе, студ. 2м курсу ФАтП, спец. «Агрономія»
Науковий керівник: доц. В. І. Оничко
Сумський НАУ

Ангола є однією з найбільших країн в Південній Африці, і значна частина економіки країни залежить від сільського господарства. Кукурудза в країнах Африки є однією з ключових культур та основним продуктом харчування для багатьох родин, відіграючи вирішальну роль у забезпеченні продовольчої безпеки Анголи. Зважаючи на важливість вирощування кукурудзи для внутрішнього ринку для безпосереднього вживання в їжу, фермери намагаються забезпечити стабільні врожаї для задоволення потреб харчування населення. Але, на жаль сільське господарство Анголи стикається з численними викликами та проблемами, серед яких найбільшими є зміна клімату, часті посухи, нерегулярні опади та брак технологічних рішень для ефективного зрошення культур.

Кліматичні умови Південної Африки, в тому числі Анголи, які характеризуються нестабільними опадами та тривалими посухами, створювали та й зараз створюють значні труднощі для фермерів. Велика частина сільськогосподарських земель залежить напряму від сезонних дощів, що робить посіви кукурудзи дуже вразливим до кліматичних змін. Часті посухи негативно впливають на продуктивність кукурудзяних полів, що знижує рівень виробництва та призводить до нестачі зернових на внутрішньому ринку країни. Оскільки кукурудза є базовим продуктом харчування, будь-які збій у виробництві безпосередньо впливають на продовольчу безпеку країни. Крім того, слабка інфраструктура для управління водними ресурсами ускладнює забезпечення сталого зрошення посівів, а традиційні методи вирощування не завжди відповідають сучасним викликам культивування культур. Сільське господарство в Анголі здебільшого ведеться на дрібних та середніх фермерських господарствах, які використовують традиційні методи вирощування. Переважна більшість фермерів не має доступу до сучасних агротехнологій, а використання добрив і засобів захисту рослин є мінімальним або майже мінімальним. Це ускладнює досягнення високих врожаїв, навіть за сприятливих погодних умов та своєчасних обробітків.

Дослідження полягало у визначенні ефективності дощувальної системи, використаної для зрошення кукурудзи. Метою виступало те, щоб визначити, як ця система зрошення впливає на врожайність порівняно із ділянками, які не підлягали додатковому зволоженню. Система зрошення у господарстві представлена центральною круговою дощувальною системою, що забезпечує рівномірний полив кукурудзи на площі 50 га. Ця система являє собою автоматизовану конструкцію, що контролює обсяги води залежно від потреби ґрунту та стану посіву. На час проведення експерименту на кожний гектар вносилося 6000 м³ води.

Результати збирання врожаю показали, що на площі де проводилося внесення води дощуванням нами отримано врожайність зерна кукурудзи 6,0 т/га, при врожайності 4,0 т/га на площі де не проводилося зрошення. Отже, зрошувальна площа дозволила отримати більш ніж 83% врожаю на рік в порівнянні з контрольною площею. Очевидно, що ці показники показують, що виявлене багато переваг системи зрошення, навіть в районах з помірними опадами, незначно покращує ефективність вирощування кукурудзи.

Таким чином, впровадження стійких зрошувальних систем в сільському господарстві Анголи є доцільним шляхом підвищення продуктивності, забезпечення продовольчої безпеки та оптимального використання природних ресурсів.

Враховуючи аграрний потенціал, а також екологічні виклики та дефіцит водних ресурсів, зрошення відіграє важливу роль у стабільному та довгостроковому розвитку аграрного сектора. Особливо важливі для підвищення врожайності кукурудзи у сільському господарстві Анголи дощувальні системи, оскільки природні опади недостатні для забезпечення врожаю на оптимальному рівні.

Без зрошення врожайність кукурудзи була б біля 1-3 т/га, що робить вирощування неефективним. Інтенсивність систем зрошення дозволяє досягти врожаю на рівні 4,0-6,5 т/га, навіть у дуже засушливих регіонах країни. Дощувальні системи в зонах недостатнього зволоження, такі як центральне кругове зрошення, є практичними для невеликих площ. Але висока інтенсивність випарування виглядає неефективним або уточнює механізми управління водними ресурсами, такі як нічний полив, або пристосування системи зменшення води. Зокрема використання систем зрошення дасть можливість стабілізувати врожайність, збільшити відмову від їх спільного використання і підвищити прибутковість.