

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА «МИКОЛАЇВСЬКА ДЕРЖАВНА
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ДОСЛІДНА СТАНЦІЯ ІКОСТ НААН»**



**ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ
СОРГОВИХ КУЛЬТУР З ВИКОРИСТАННЯМ
НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ЦІЛІ В УМОВАХ
ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**

НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

**МИКОЛАЇВ
2025**

УДК 633.17:631.147:662.756
Т38

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету від « 11 » листопада 2025 р. протокол № 3.

Укладачі:

Гамаюнова В. В., Федорчук М. І., Хоненко Л. Г., Корхова М. М., Манущкіна Т. М., Миколайчук В. Г., Бакланова Т. В, Пилипенко Т. В.

Рецензенти:

- Ю.О. Лавриненко** – доктор с–г. наук, професор, академік НААН, головний науковий співробітник відділу селекції сільськогосподарських культур, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН
- Ю. А. Зелінський** – в.о. директора ДУ «Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція ІКОСГ НААН»

Технологія вирощування соргових культур з використанням на Т38 енергетичні цілі в умовах Південного Степу України : навчально-практичні рекомендації / уклад. В. В. Гамаюнова, Л. Г. Хоненко, М. М. Корхова та ін. – Миколаїв : МНАУ, 2025. – 39 с.

Висвітленні результати досліджень з розробки та удосконалення системи агротехнологічних заходів, спрямованих на підвищення продуктивності, економічної і енергетичної ефективності вирощування соргових культур за рахунок нормування агресурсів, ресурсозбереження та моделювання продукційних і виробничих процесів.

Рекомендації підготовлено за результатами досліджень з виконання завдання: «Застосування інноваційних комплексних технологій живлення польових культур у сівоzmінах зони Степу України»; «Підвищення рівня конкурентоспроможності регіонів: розвиток науково-інноваційного співробітництва державного та недержавного сектору науки, вищих навчальних закладів з реальним сектором економіки»; «Розроблення технологій вирощування фітоенергетичних культур у повоєнний період». В рекомендаціях враховано пропозиції інших наукових та приватних організацій.

Рекомендації розраховані на керівників, головних агрономів, інженерно-технічних спеціалістів та механізаторів господарств зони, здобувачів вищої освіти аграрних наукових закладів усіх рівнів акредитації.

УДК 633.17:631.147:662.756

Консультації з побудови агрофітоценозів соргових культур за різного антропогенного навантаження можна отримати за адресою:

Телефон для довідок: +38 0 (512) 58-03-25

© Миколаївський національний
аграрний університет, 2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. БОТАНІКО-БІОЛОГІЧНА ТА АГРОЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СОРГО.....	6
2. ВИМОГИ ДО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.....	10
2.1. Ґрунти. Попередники.....	10
2.2. Основний обробіток ґрунту.....	11
2.3. Система удобрення	13
2.4. Підготування насіння до сівби.....	14
2.5. Внесення гербіцидів та сівба	15
2.6. Догляд за посівами.....	19
2.7. Збирання врожаю.....	25
2.8. Післязбиральна доробка вороху і насіння.....	28
2.9. Зберігання врожаю.....	28
3. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ВИКОНАНИХ РОБІТ.....	31
4. ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ РОБІТ.....	33
ЛІТЕРАТУРА.....	35
ДОДАТКИ	38

ВСТУП

Впродовж останніх десятиліть світ дедалі більше зосереджується на розвитку відновлюваних джерел енергії, зокрема отриманих із рослинної сировини [1]. Така зацікавленість обумовлена подорожчанням викопних енергоносіїв і реальними ризиками виснаження їх запасів. За прогнозами, у найближчі роки частка біопалива у загальному споживанні пального може досягти позначки близько 10 % і надалі продовжить зростати. Попри це, в енергетичному секторі України домінують традиційні види палива, передусім імпорتنі нафтопродукти – нафта, газ та бензин, вартість яких невпинно збільшується.

Сьогодні виробництво біоетанолу, біодизелю та біогазу належить до провідних напрямів глобальної моторної енергетики. Основними світовими виробниками біоетанолу є США та Бразилія. Їх сукупне виробництво становить 84% від загального. Також відносно значну нішу ринку займають Китай, Індія та Канада, частки яких – 3%, 2% та 2% відповідно. Потужним виробником також є ЄС, де лідирують Франція, Німеччина та Угорщина [2].

Україна має значний потенціал біомаси, доступний для виробництва рідких та газоподібних моторних біопалив. За оцінками 2021 року, цей потенціал для виробництва біоетанолу становить 0,86 млн. т н. е. на рік, а до 2050-го може збільшитися до 1,29 млн т н. е. [3–8].

Однією з перспективних культур для виробництва етанолу є сорго цукрове [9–12]. Наявність переробного комплексу, здатного отримувати сироп, етанол і вуглекислий газ із зеленої маси, а також використовувати до 70 % відходів як високоякісний корм, відкриває значні економічні можливості та сприяє вирішенню технологічних і логістичних завдань. З однієї тонни зерна сорго можна отримати 650–700 кг крохмалю або 300–350 л спирту – на 35 л більше, ніж із тонни кукурудзи. Сучасні сорти сорго цукрового забезпечують виробництво цукру на рівні 2,8–3,0 т/га на богарних землях і 4.5–5,0 т/га – на зрошуваних. У південних регіонах України, де і буряк цукровий майже не вирощують, сорго здатне суттєво компенсувати дефіцит цукросировини: зі 100 га посівів можна отримати понад 200 т цукру за врожайності зеленої маси приблизно 30 т/га та цукристості близько 18 % [13].

Американські науковці дійшли висновку, що виробництво етанолу з сорго цукрового є економічно вигіднішим і технологічно простішим, ніж із кукурудзи. У рослині містяться природні прості цукри, які легко піддаються ферментації, тож відпадає потреба в енерговитратному перетворенні крохмалю перед бродінням. Крім того, сорго відзначається невибагливістю у вирощуванні: культура добре почувається на ґрунтах із низькою родючістю, потребує мінімум добрив та використовує у два-три рази менше води, ніж кукурудза чи буряк цукровий. У помірному кліматі рослина досягає за 90–120 днів, тоді як тростині цукровій потрібно не менше року за вирощування в тропічній і субтропічних зонах. Собівартість виробництва одного галона етанолу з сорго цукрового

становить близько \$1,74, що є нижчим показником порівняно з трстиною (\$2,19) та кукурудзою (\$2,12).

На відміну від інших культур сорго добре переносить засолені ґрунти і виступає в якості фітомеліоруючої культури, виносячи з врожаєм значну кількість натрію, хлору і магнію. Воно витримує концентрацію розчинних солей 0,6–0,8, що в 1,5 рази більше, ніж кукурудза. Виходячи з цього, сорго можна розміщувати першокультурою при освоєнні засолених ґрунтів [14–19].

Важливою перевагою сорго є можливість вирощування його на деградованих і забруднених землях, зокрема в зонах діяльності підприємств добувної та переробної промисловості, а також ушкоджених під час військових дій. На таких територіях традиційне вирощування зернових малоефективне або взагалі неможливе, тому створення біоенергетичної сівозміни з акцентом на сорго цукрове є науково обґрунтованим і практичним рішенням. Такий підхід дозволяє зберігати родючі землі для виробництва харчової продукції і водночас поступово відновлювати забруднені ґрунти.

Для максимально ефективного виробництва етанолу слід застосовувати сучасні гібриди та сорти сорго, що поєднують стійкість до посухи, високу врожайність, солестійкість та підвищений вміст простих цукрів. В умовах стрімкої та сухої весни більш раціональним заходом є застосування ґрунтових гербіцидів до проведення сівби, в умовах прохолодної та вологої погоди – до появи сходів рослин сорго. Після 30–40 днів вегетації рослини сорго самі здатні затінювати поверхню ґрунту і надійно контролювати бур'яни у посівах.

У біоенергетиці сорго використовують у трьох основних напрямках: для отримання біоетанолу, виробництва твердого біопалива (пелет, брикетів тощо) та виробництва біогазу. Вміст цукрів в соці залежить від сорту та строків збирання і може становити від 8 до 20 %. За врожайності зеленої маси на рівні 40 т/га реально отримати 6–12 т етанолу та 12–15 т побічної продукції, придатної для виробництва кормів або твердого палива.

Тому найважливішим завданням є збільшити врожайність з одиниці площі сорго цукрового на основі удосконалення елементів технологій його вирощування в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах з урахуванням ботаніко-біологічних та агроекологічних особливостей сортів та гібридів [20–23].

1. БОТАНІКО-БІОЛОГІЧНА ТА АГРОЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СОРГО

Сорго відзначається значною еколого-географічною різноманітністю, яка до цього часу важко піддається класифікації через велику кількість проміжних форм. Родом культура з Африки, чималу кількість природних і культурних різновидів сорго зустрічають у Північно-Східній Африці, зокрема Ефіопії та Судані. Це одна з найдавніших культур світового землеробства, яка була відома за 3000 років до н. е. в Індії та Китаї.

Наразі сорго вирощують майже на всіх континентах і в багатьох країнах світу, воно є п'ятою за важливістю зерновою культурою після рису, пшениці, кукурудзи і ячменю. На даний час сорго вважають трендовою фуражною та харчовою, і, що важливо, безглютеновою культурою Америки, Австралії, Африки.

Господарську цінність у нашій країні мають два види однорічного культурного сорго: сорго звичайне двокольорове (*Sorghum bicolor* L. Moench.) та сорго трав'янисте або суданська трава (*Sorghum sudanense* Pers). Залежно від використання культурне сорго об'єднане у чотири групи: зернове (*Sorghum bicolor*), цукрове (*Sorghum saccharatum*), віничне (*Sorghum technicum*) і суданська трава (*Sorghum sudanense*). В окрему господарську групу слід виділити сорго рисозернове, або сориз. Основні біологічні показники різних видів сорго наведено в таблиці 1.

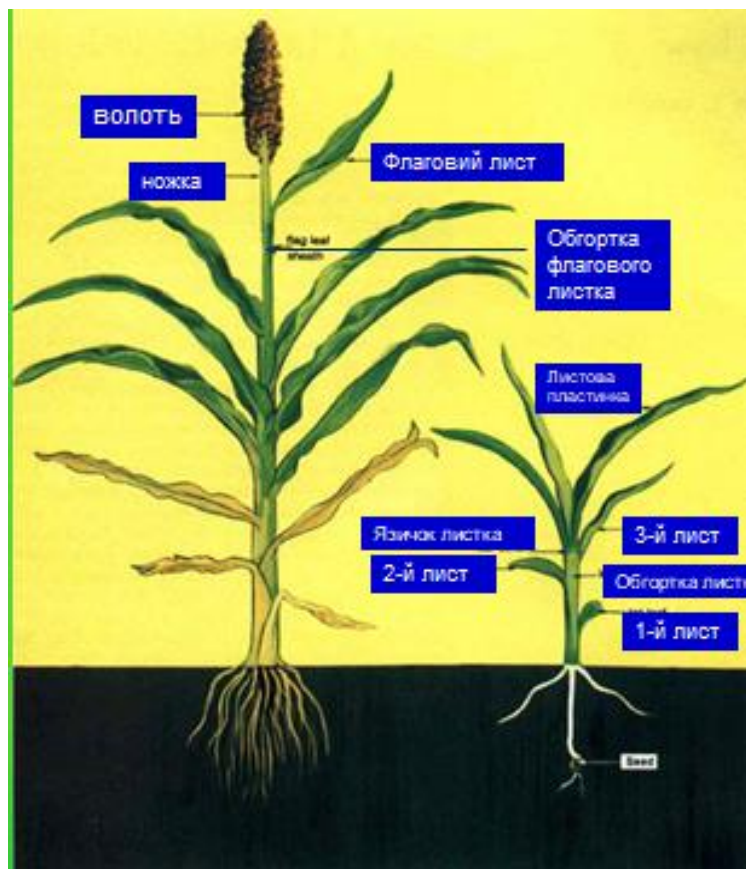
Таблиця 1. Основні біологічні показники різних видів сорго

Вид сорго	Основне використання	Висота рослин, м	Вміст цукрів, %	Посухостійкість	Вегетаційний період, днів
Зернове	зерно, комбікорми, біопаливо	1,2–2,0	2–4	висока	100–120
Цукрове	корм, зелена маса, біопаливо	3,0–5,0	14–20	дуже висока	120–140
Суданська трава	сінаж, сіно	1,5–3,0	2–3	висока	90–110
Віничне	промислове (віники, волокно)	1,5–2,5	3–5	середня	110–130

Ці культури мають добре розвинену мичкувату кореневу систему, яка проникає на глибину до 2–2,5 м і розгалужується на 1,2–1,3 м, що зумовлює їхню здатність використовувати вологу з глибших шарів ґрунту. Завдяки цьому сорго є

однією з найпосухостійкіших злакових культур, що забезпечує формування врожаю навіть при мінімальній кількості опадів (менше 300 мм/рік).

Завдяки потужній кореневій системі сорго краще ніж інші культури росте на легких піщаних, важких глинистих та інших малопродуктивних ґрунтах, легко витримує близькість ґрунтових вод та засоленість ґрунту.



Стебло складається з окремих міжвузлів, кількість і довжина яких залежать від групи рослин та їх скоростиглості. Стебла сорго – прямостоячі, товсті, заповнені серцевиною, у цукрових форм – соковиті, багаті на цукри (сахарозу, глюкозу, фруктозу). Найбільш інтенсивно цукор в стеблах накопичується після цвітіння. Максимальна кількість цукрів рослина містить в фазі воскової і повної стиглості зерна [13].

Листки широкі, розташовані по черзі, вкриті восковим нальотом, який зменшує випаровування води.

Суцвіття – волоть, що може мати компакту або розлогу форму залежно від сорту.

Зерно сорго дрібніше, ніж кукурудзяне, містить 68–72% крохмалю, 10–13% білка та до 3,5% жиру. Біохімічний склад робить його цінною кормовою і продовольчою культурою. Сорго цукрове, у свою чергу, використовується як сировина для виробництва біоетанолу, біогазу та твердого біопалива.

В онтогенезі рослини знаходяться під постійним впливом комплексу ґрунтово-кліматичних факторів: температури, вологи, інтенсивності сонячної радіації, ґрунтових відмін і по-різному на них реагують. Федорчук М. І. та ін. [13] відмічають, що висока врожайність, незначна вибагливість до ґрунтових умов, посухостійкість і солестійкість дозволяють широко вирощувати цю культуру в посушливих регіонах. За стійкістю до посухи та засолення ґрунтів сорго займає перше місце серед сільськогосподарських культур у світі. Сорго є більш пластичною культурою за вирощування його в умовах дефіциту вологи за високих температур порівняно з іншими культурами, зокрема кукурудзою [7].

Найбільш цінними фізіологічними особливостями цієї культури є здатність відбивати надлишкову сонячну радіацію, що дозволяє переносити без значних втрат урожаю періоди посухи, глибоке проникнення кореневої системи, здатність продовжувати ріст після тривалого періоду бездощів'я, економне використання

вологи на формування одиниці сухої речовини, що у кінцевому результаті сприяє забезпеченню одержання стабільних урожаїв [5].

Рослина напрочуд ефективно використовує ґрунтову вологу завдяки унікальній кореневій системі та оптимальній евапотранспірації. У сорго дуже розвинена коренева система, яка, відчутно випереджаючи надземну біомасу, активно розростається та проникає у ґрунт на глибину до 2–2,5 м. Під час сильних посух у корінні утворюється захисний кремнієвий шар, що оберігає рослини від висихання. Таке саме значення має восковий наліт на стеблах і листках рослин. Якщо у ґрунті зберігається трохи вологи, культура продовжує рости, незважаючи на спеку, низьку вологість повітря і суховії. За повного пересихання ґрунту рослини впадають у стан спокою, припиняють ріст і розвиток, а після випадання опадів знову переходять до активної життєдіяльності. Такі властивості сорго надають йому переваги порівняно з іншими культурами в зонах ризикованого землеробства. Окрім того, на ділянках із ґрунтовим шаром середньої глибини потреби сорго у воді істотно нижче порівняно з іншими ярими культурами.

Транспіраційний коефіцієнт, тобто кількість води, яку випаровує рослина у процесі утворення однієї вагової одиниці сухої речовини надземної біомаси, у сорго невеликий – 300 (у кукурудзи – 338, у пшениці – 513, у гороху – 730).

Сорго – світлолюбна, самозапильна рослина короткого світлового дня. Мінімальна температура для проростання насіння – 10–12°C. Сума активних температур для завершення вегетації – 2250–2500°C. За посухостійкістю переважає всі зернові хліба, не ушкоджується високими температурами [6].

Соргові культури, володіючи високою посухостійкістю і солестійкістю, не мають собі рівних за здатністю формування врожаю зерна і зеленої маси в несприятливих за погодними умовами роки. Міцна коренева система, що глибоко проникає в ґрунт, дозволяє рослинам використовувати вологу і поживні речовини із таких шарів ґрунту, які іншим культурам недоступні [14]. Через коріння сорго виробляє і випускає хімічні речовини, що називаються «сорголеоном», який перешкоджає росту оточуючих бур'янів, як природний гербіцид.

Упродовж 30–35 діб після появи сходів коренева система сорго розвивається дуже інтенсивно: добовий приріст у цей період складає 2–3 см. Надземна частина рослини в цей час, навпаки, росте дуже повільно і активізується лише після відповідного розвитку коренів.

Листки і стебла сорго покриті восковим нальотом, що дозволяє рослині зменшити витрати вологи, вижити за екстремальних умов і, дочекавшись сприятливих, сформувати сталий рівень урожаю [17,18]. У нього також менші продихи і спеціалізовані клітини на листках, щоб забезпечити скручування під дією стресів. Ці цінні біологічні особливості дозволяють йому в 1,5–2 рази економніше витрачати воду на утворення одиниці сухої речовини порівняно з багатьма іншими сільськогосподарськими культурами.

Сорго любить тепло, для досягнення максимальної врожайності потрібна середня температура не менше 25°C, і відмінно розвивається при денних температурах 30°C і навіть вище, коли багато інших середньоширотних культур

починають відчувати дискомфорт. Сорго має менше співвідношення листків до коріння, ніж інші культури. Недоліком є те, що нічні температури нижче 13 °C упродовж більш, ніж кількох днів поспіль, можуть реально вплинути на потенційну врожайність рослин, що обмежує територію вирощування і терміни сівби.

Сорго як попередник не поступається кукурудзі. Окрім того, у зв'язку з пізніми строками сівби сорго є потенційно стратегічною культурою для пересіву під час масової загибелі озимих та ранніх ярих культур.

Сорго – рослина короткого дня. Відноситься до теплолюбних культур. Мінімальна температура для проростання насіння 8–9°C, дружні сходи з'являються за температури 13–15°C на глибині висіву насіння. Оптимальна температура для проростання насіння 20–25°C. За пониження температури до мінус 2–3°C сходи гинуть. Сума температур для вирощування сорго становить 3000-3500°C.

На утворення одиниці сухої речовини сорго витрачає 300 частин води (суданська трава – 340, кукурудза – 388, пшениця – 515), за посухостійкістю сорго перевершує кукурудзу й пшеницю. Для зменшення випаровування вологи листки сорго під час посухи згущаються та приймають вертикальне положення [19].

Сорго перевершує кукурудзу за врожайністю зеленої маси, а іноді і зерна за вирощування без зрошення в районах з річною кількістю опадів менше 350 мм. Для набухання і проростання насіння сорго вимагає 35% води від маси насіння, кукурудза – 40, а пшениця – 55–60%. Сорго – рослина перехреснозапильна, проте може також проявлятися і самозапилення (до 30%).

2. ВИМОГИ ДО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Технологічні підходи до вирощування сільськогосподарських культур повинні бути орієнтовані на забезпечення високої продуктивності, поліпшення якості врожаю та зниження витрат на виробництво кінцевої продукції. При цьому необхідно враховувати біологічні характеристики конкретних культур, особливості ґрунтово-кліматичних умов, різноманіття сортів, призначення посівів та інші важливі чинники. Досягнення стабільних і високих урожаїв значною мірою залежить від місця в сівоzmіні, системи обробітку ґрунту й удобрення, а також дотримання оптимальних термінів сівби та збирання.

2.1. Ґрунти. Попередники

Сорго забезпечує високі і сталі врожаї як на глинистих, так і на легких піщаних ґрунтах. Найкращими для нього є чорноземи легкого механічного складу. Погано переносить холодні заболочені і кислі ґрунти з близьким заляганням ґрунтових вод.

Сорго можна вирощувати на всіх типах ґрунтів з реакцією ґрунтового розчину рН від 5,5 до 8,5 і з концентрацією солей 0,6–0,8%. Сорго є фітомеліорантом і здатне в процесі вегетації переводити важкодоступні елементи фосфору, калію та мікроелементів в легкодоступні.

Сівозміна відіграє важливу роль у поліпшенні водного і поживного режимів ґрунту, забезпечуючи підвищення врожайності та якості сільськогосподарських культур. Сорго може вирощуватися після будь-яких культур польової сівозміни. Бажаними попередниками для нього є ті, після яких поля залишаються чисті, незабур'янені і з достатнім запасом невикористаної вологи. Кращими попередниками є озимі колосові, зернобобові культури, кукурудза на силос, баштанні. Якщо вирішувати питання про місце сорго в сівозміні, то необхідно виходити з того, що сорго зернове схоже на кукурудзу, і воно повинно займати місце поряд з нею в польовій сівозміні. Те ж саме стосується сорго цукрового в чистих посівах і в суміші з кукурудзою, зібраних на силос. Сорго цукрове, сорго-суданські гібриди і суданську траву, зібрані повторним укосом (2–3 укоси) на зелений корм, сінаж і сіно до пізньої осені, а також беззмінні посіви доцільно розміщувати в кормовій сівозміні.

Буряк цукровий, багаторічні трави на насіння, просо і соняшник є несприятливими попередниками через зневоднення ними ґрунту, виділення токсичних для сорго речовин та ускладнення догляду за посівами в період вегетації.

Сорго цукрове, при дотриманні рекомендованої технології, можна вирощувати як монокультуру впродовж 3–6 років. За 8-річними даними ДУ Інституту зернових культур встановлено, що за внесення добрив на гербіцидному фоні сорго можливо вирощувати як беззмінні посіви без зниження врожаю. Зернова продуктивність сорго при цьому була не нижча, ніж за його вирощування в сівозмінній ланці зайнятий пар – пшениця озима – пшениця озима – сорго. Введення беззмінних посівів сорго має певні переваги порівняно з вирощуванням

у сівозміні. Це, насамперед, стосується розміщення посівів сорго на схилах, еродованих і засолених землях, які доволі часто зустрічаються на півдні нашої країни, де інші культури різко знижують продуктивність.

Сорго формує високі врожаї зеленої маси, а отже виносить з ґрунту велику кількість поживних речовин і вологи. Крім того воно відноситься до пізніх культур, після збирання яких залишаються поживні рештки, що ускладнюють проведення наступних обробітків ґрунту. Тому цукрове сорго не є найкращим попередником для інших сільськогосподарських культур. Разом з тим, дотримання рекомендованої технології вирощування (своєчасне проведення комплексу польових робіт, щорічне внесення розрахункових норм органічних і мінеральних добрив та обробка пестицидами) дозволяє вирощувати цукрове сорго впродовж 5 років як беззмінну культуру. За таких підходів сорго може бути сприятливим попередником для всіх ярих зернових культур, а за належної агротехніки і для озимих колосових.

2.2. Основний обробіток ґрунту

У комплексі агротехнічних заходів, що забезпечують одержання високого врожаю сорго, важливе місце належить правильному основному обробітку ґрунту, завдяки якому накопичується волога в осінньо-зимовий період, поліпшується аерація ґрунту, покращуються його агрофізичні і біохімічні властивості, створюються сприятливі умови для росту й розвитку рослин, активної життєдіяльності мікроорганізмів. Слід зазначити, що традиційна система підготовки ґрунту під сорго цілком себе виправдовує. Усі заходи, які проводяться на полях, призначених під посіви сорго, мають бути спрямовані на знищення бур'янів, накопичення вологи та вирівнювання ґрунту. Найпоширенішою системою обробітку ґрунту під сорго є напівпаровий обробіток ґрунту, який передбачає оранку на початку осені, потім знищення бур'янів і поживних решток, вирівнювання поля восени, щоб навесні, перед сівбою сорго на підготовленому ґрунті, у верхніх шарах зберегти достатню кількість вологи.

Напівпаровий обробіток ґрунту складається з кількох етапів:

Перший етап – лушення стерні одночасно або після збирання зернового попередника. На очищених від бур'янів або засмічених однорічними бур'янами полях лушення стерні проводять дисковими знаряддями на глибину 6–8 см. За наявності на полі багаторічних або дворічних бур'янів - передплужниками без відвалів на глибину 10–12 см.

Другий етап – оранка з передплужниками. Її проводять, не допускаючи переростання бур'янів, на глибину 25–27 см з одночасним боронуванням або прикочуванням залежно від стану ґрунту.

Третій етап – культивування і вирівнювання поля після появи бур'янів і озимих, боронування після дощів. Для напівпарового обробітку використовують комбіновані агрегати.

На площах, засмічених коренепаростковими та кореневищними бур'янами, чергування напівпарових обробок дещо інше. За появи розеток бур'янів після лушення на глибину 6–8 см проводять повторне лушення ґрунту

передплужниками на глибину 10–12 см з одночасним боронуванням. При повторній появі бур'янів проводять глибоку оранку (25–27 см). Такий обробіток знищує кореневі пагони бур'янів. Їх гине в 2–3 рази більше, ніж за звичайної осінньої культивуації.

Пізню оранку проводять за сильного засмічення поля кореневищними бур'янами (осот, гірчак, спориш, в'юнок), після одного дискового лушення на глибину 8–10 см і одного передплужного лушення на глибину 12–14 см. У період появи розеток бур'янів, у середині вересня, проводять обприскування гербіцидом, потім через 10–12 днів – глибоку осінню оранку (25–27 см) в агрегаті з котком і глибоку культивуацію в агрегаті зі шлейфами з метою вирівнювання ґрунту, знищення бур'янів та падалиці озимих культур.

Наведений спосіб пізньої оранки ріллі є запасним. Його можна використовувати, коли стоїть посушлива осінь і немає вискоєфективних гербіцидів типу Раундап чи його аналогів. За наявності гербіцидів підготовка включає лушення (на глибину 8–10 см) після збирання попередника. У міру відростання бур'янів, принаймні до фази розетки, проводять обробку гербіцидом Раундап у дозі 4–5 кг/га з витратою робочої рідини 200–300 л/га; через 21–25 днів – оранку на глибину 25–27 см в агрегаті з котком. Для вирівнювання зораних земель досить восени (після опадів) провести чизелювання. Така підготовка ґрунту гарантує загибель 85–100% кореневищних і корневих пагонів бур'янів і 100% проростаючих однорічних рослин.

Результати досліджень свідчать, що в початковий період вегетації безвідвальний обробіток сприятливо впливає на водно-поживний режим ґрунту. При цьому підвищується польова схожість та активізується ріст рослин сорго. Однак пізніше відбувається вирівнювання і до фази викидання волоті перевага за багатьма параметрами, включно з урожайністю, вже належала відвальній оранці. Це зумовлено тим, що ураженість хворобами посівів сорго у варіантах з поверхневим обробітком була значно вищою (в 2–3 рази), ніж за оранки з відвалом. Варіанти особливо істотно відрізнялися за кількістю багаторічних бур'янів.

Передпосівний обробіток ґрунту з метою збереження накопиченої в ґрунті за зиму вологи та знищення бур'янів включає весняне боронування важкими зубовими боролами в один-два сліди впоперек або по діагоналі до оранки в агрегаті з вирівнювачами або тягачами. Оптимальний час для ранньовесняного боронування настає, коли після проходження гусениць трактора і навісних коліс через 30–40 хвилин не залишається темних смуг. Такий ґрунт, що досяг фізичної стиглості, не переущільнюється і добре розпушується боролами навіть у місцях проходу агрегатів. Після ранньовесняного боронування поле не обробляють до появи сходів бур'янів.

Якщо восени ґрунт не обробляли, до сівби необхідно провести дві культивуації та ущільнення ґрунту. Першу культивуацію необхідно проводити в другій декаді квітня культиваторами із загостреними лапами на глибину 10–12 см в агрегаті з боролами. Це сприяє знищенню падалиці озимих культур, прискоренню прогрівання ґрунту для більш повного проростання бур'янів, а

також посиленню мікробіологічної активності ґрунту. На південних чорноземах та темно-каштанових і супіщаних ґрунтах у роки з нормальними умовами зволоження, а тим більш з посушливими за наявності у посівному шарі ґрунту насіння бур'янів поєднують першу культивуацію з прикочуванням, для активізації проростання бур'янів, які в подальшому знищуються передпосівною культивуацією. За надмірної вологості ґрунту прикочування не рекомендується. Другу передпосівну культивуацію проводять у день сівби на глибину 4–6 см культиватором у поєднанні з боронуванням у поперечному напрямку або по діагоналі. Найбільший приріст врожаю зерна і зеленої маси можна отримати за двох передпосівних культивуацій у поєднанні з коткуванням після сівби. Перед передпосівною культивуацією розкидають азотні мінеральні добрива.

На ділянках, де з осені проводили напівпаровий обробіток ґрунту перед сівбою проводять лише боронування в 3 або 4 сліди, щоб розпушити ґрунт на глибину загортання насіння.

2.3. Система удобрення

Сорго, незважаючи на відносну невибагливість до родючості ґрунту та здатність отримувати елементи живлення, чуйно реагує на внесення органічних і мінеральних добрив. Маючи потужну розвинену кореневу систему з високою асиміляційною здатністю, сорго забезпечує врожайність зерна навіть без додаткового мінерального живлення. Тому склалася думка про слабку реакцію сорго на підвищення фону живлення та відносно невелике, порівняно з кукурудзою, винесення з ґрунту поживних речовин. Сорго дійсно економно витрачає елементи живлення на фрмування одного центнера зерна: 75% азоту, 60% фосфору та 90% калію від кількості, яку споживає кукурудза.

Багаторічними дослідженнями, проведеними в різних зонах країни, переконливо обґрунтовано високий ступінь сприйнятливості сорго до органічних і мінеральних добрив.

Азот сприяє інтенсивному росту рослин, збільшенню площі листової поверхні та всієї вегетативної маси сорго. Найвищі врожаї в умовах зрошення отримують при внесенні високих доз азоту.

Фосфор також відіграє важливу роль у житті рослини. Дози фосфору під сорго зазвичай у 1,5–2 рази нижчі за азот і становлять 45–60 кг/га за богарного землеробства та 90–100 кг/га д. р. на зрошенні. Фосфор впливає на гідроліз крохмалю, завдяки чому прискорюється проростання насіння. Тому частину загальної дози фосфору (10–15 кг/га) доцільно вносити під час сівби локально.

Калій позитивно впливає на накопичення крохмалю і цукрів в зерні сорго. Сорго за врожайності зерна до 5,0 т/га повністю забезпечує себе калієм за рахунок винесення його з ґрунту. За вищої врожайності (8,0–10,0 т/га) виникає певний дефіцит, тому в комплексі з іншими добривами необхідно вносити 40–60 кг/га д. р. калію.

Проте фосфорні та азотні добрива при одночасному внесенні з насінням негативно впливають на польову схожість насіння. Тому добрива доцільно вносити подалі від насіння глибше їх висіву, або вбік рядка локально. Кожен

центнер внесених таким чином добрив окупується приростом врожаю в 3–3,6 рази більшим, ніж за внесення повного мінерального добрива в розкид.

Сорго добре реагує на органічні добрива, а також на їх поєднання з мінеральними. Як показують дослідження, при внесенні 10–20 т/га гною восени під оранку приріст врожаю зерна сорго становив 0,4, а в окремі роки до 1,0 т/га.

Встановлено позитивний вплив на продуктивність сорго замочування насіння в 0,5% розчині мікроелементів. Найбільш ефективними виявилися марганець, цинк і бор. Вони сприяють кращому дозріванню насіння, що призводить до підвищення схожості та врожайності. Мікроелементи під сорго вносять шляхом застосування мінеральних добрив, збагачених мікроелементами, передпосівним обробленням насіння, або хелатних форм в позакореневе підживлення.

Мікродобрива вносять за умови, якщо вміст їх у ґрунті нижче 0,3 мг/кг. Норми мікродобрив наведено в Додатку А.

Винос і використання поживних речовин для кожної зони вирощування, або певного поля, визначають згідно з даними агрохімічної характеристики ґрунту. Під культуру застосовують добрива згідно з «Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні».

Дози внесення добрив визначають з урахуванням потреби рослин у поживних елементах, наявності рухомих їх форм у ґрунті, коефіцієнту використання, виносу із запланованим урожаєм. Для цього використовують формулу 1:

$$D = \frac{10000 \cdot [(Y \cdot B) - (P \cdot V \cdot H \cdot \Gamma)]}{E \cdot D}, \quad (1)$$

де: D – доза внесення добрив, кг/га д. р.;

Y – запланована урожайність основної продукції, т/га;

B – винос поживних речовин у розрахунку на 1т врожаю рослинами сорго з урахуванням побічної продукції, кг д. р.;

P – вміст поживних речовин у ґрунті, г/100г;

V – об'ємна маса ґрунту, г/см³;

H – глибина орного шару ґрунту, см;

Γ – використання елемента живлення із ґрунту, %;

E – вміст елемента живлення в добриві, %;

D – використання елемента живлення із добрива, %.

Перенесення будь-якого виду добрива з основного в підживлення не доцільно.

2.4. Підготовка насіння до сівби

Для вирощування сорго за інтенсивною технологією слід особливу увагу приділяти якості посівного матеріалу, а саме використовувати насіння зі схожістю не менше 90%, оброблене захисно-стимулюючими препаратами. Для ефективного хімічного контролювання чисельності бур'янів на ранніх етапах розвитку рослин слід використовувати насіння, оброблене антидотом. Посівні якості насіння визначають згідно з ДСТУ 4138. Для забезпечення появи повних

дружніх сходів для сівби слід використовувати насіння крупної або середньої фракцій, маса 1000 насінин яких становить 25...30 та 20...24 г відповідно. Особливо негативно на схожість насіння цукрового сорго впливає термін його зберігання. Тому доцільно використовувати насіння, яке зберігалось не більше двох років.

Бажано усе насіння сорго, особливо зі зниженою схожістю, навесні піддати сонячному або повітряно-тепловому прогріванню, яке проводять на відкритих сонячних майданчиках або брезенті впродовж 5–9 днів, розкладаючи тонким шаром (15-20 см) та кілька разів перелопачуючи. У разі поганої погоди в передпосівний період сонячний обігрів можна замінити повітряно-тепловим, використовуючи для цього звичайні сушарки з м'яким режимом, повітронагрівачі типу ВПТ-600 або ВПТ-400. Встановлено, що за тривалості обігріву 9 діб на сонці схожість становила 96 %, урожайність зерна — 4,3 т/га, за повітряно-теплогового прогрівання — 95 % і 4,0 відповідно, а без обігріву — 82 % і 3,4 т/га. Ці дані свідчать про ефективність сонячного обігріву, оскільки насіння не тільки піддається термічній обробці, але й накопичує сонячну енергію, яка потім трансформується в активацію біохімічних процесів, що відбуваються під час їх проростання.

Для знезараження насіння від шкідників і збудників хвороб його протруюють препаратами в нормах, згідно з «Переліком пестицидів та агрохімікатів, дозволених для використання в Україні» [24] на відповідних машинах-протруювачах. Зокрема, значної шкоди в період сходів соргових культур завдають дротяники та несправжні дротяники, пошкоджуючи проростки висіяного насіння, підгризаючи кореневу систему молодих рослин і уражаючи вузли кущення. У разі високої чисельності цих шкідників у ґрунті доцільно поєднувати агротехнічні та хімічні методи захисту. Серед агротехнічних заходів важливу роль відіграє дотримання науково обґрунтованих сівозмін, проведення зяблевої оранки та міжрядного обробітку ґрунту, особливо в період заляльковування личинок жуків-коваликів. Для знищення личинок ефективним є передпосівне протруювання насіння інсектицидними препаратами, зокрема Космос 500, т.к.с. у нормі 2,0 л/т та Круїзер 350 FS, т.к.с. — 6 л/т.

В день сівби насіння інокулюють бактеріальними препаратами згідно норм і умов, зазначених в інструкції, та обробляють рістрегулюючими препаратами і мікроелементами. Насіння, протруєне ртутновмістими препаратами, інокулювати недоцільно, це пов'язано з їх токсичністю для азотфіксуючих бактерій (АФБ).

2.5. Внесення гербіцидів та сівба

Боротьбу з багаторічними кореневищними і коренепаростковими бур'янами проводять на попередніх культурах згідно із рекомендаціями. В умовах стрімкої та сухої весни більш раціональним заходом є застосування ґрунтових гербіцидів до проведення сівби, в умовах прохолодної та вологої погоди — до появи сходів рослин сорго. Після 30–40 днів вегетації рослини сорго самі здатні затінювати поверхню ґрунту і надійно контролювати появу бур'янів у посівах [25].

На ефективність застосування ґрунтових гербіцидів впливають:

- ступінь розчинності діючих речовин препаратів у клітинному соці рослин та системної активності, що зумовлюють швидкість та повноту поширення діючої речовини у всіх вегетативних органах за циркуляції рослинних соків;

- ґрунтова адсорбція – поглинання діючих речовин препаратів кореневою системою;

- період напіврозпаду діючих речовин, який характеризує тривалість їх перебування в ґрунті – чим коротший період розкладання діючих речовин, тим меншого негативного впливу вони завдають ґрунту.

Ґрунтові гербіциди, які застосовують з метою контролювання бур'янів, пригнічують не тільки бур'яни, а й проростки сорго через те, що у їх складі міститься S-метолахлор, який входить до складу таких препаратів, як Дуал Голд 960 ЕС, Примекстра Голд 720 SC і Примекстра TZ Голд 500 SC. Стійкість сорго до дії S-метолахлору гербіцидів забезпечує антидот Концеп III 960 ЕС к.е., діюча речовина якого – флуроксафен (також відомий як флуроксафен-натрій, або «тіокарбаматний антидот»), яким перед сівбою необхідно обробляти насіння. Це забезпечує захист сорго від бур'янів у найбільш критичний період їх росту і розвитку – сходи. Ефективність ґрунтових гербіцидів упродовж тривалого (до 8 тижнів) періоду забезпечується дотриманням правильного обробітку ґрунту з виконанням вимог щодо внесення препаратів. Разом із тим зазначаємо, що такий препарат, як Примекстра Голд 720 SC, також можна вносити у два прийоми: до та після сходів сорго з нормою витрати в обох випадках 1,5 л/га, але до появи сходів бур'янів.

Сівбу сорго цукрового проводять насінням зареєстрованих та перспективних сортів та гібридів вітчизняної і зарубіжної селекції, відповідно до «Державного реєстру сортів рослин України» та рекомендованих для вирощування в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Для сівби використовують насіння, яке за посівними кондиціями відповідає ДСТУ Насіння зернових, зернобобових і круп'яних культур. Сортіві та посівні якості.

Строки сівби мають важливе значення у водозабезпеченні рослин, а також в оптимізації світлового режиму. Вибір строку сівби залежить від кліматичних умов, стану ґрунту. Оптимальним строком сівби є період, коли середньодобова температура на глибині 10 см досягає 14–16°C для сорго зернового, 13–15°C для сорго цукрового та сорго-суданських гібридів. Такі температури в Південному Степу України зазвичай бувають в останню п'ятиденку квітня – першу половину травня.

За раннього строку сівби у недостатньо прогрітий ґрунт (7–8°C) сходи з'являються на 30–35 добу, сильно зріджуються і заростають бур'янами, а польова схожість насіння знижується до 30%. Незначні заморозки до мінус 2°C впродовж доби знищують їх зовсім. Тому більш ранній висів сорго не бажаний. За температури ґрунту 14–16°C сходи з'являються на 10–12-й день, а за підвищення температури до 25–28°C – на 5–6-й день після сівби.

Насіння слід висівати на тверде, вологе посівне ложе і на оптимальну глибину для відносно швидкого отримання синхронних сходів і високих урожаїв

зерна і зеленої маси з одиниці площі.

Сорго відноситься до дрібнонасінних культур, тому глибоко заробляти насіння не можна, оскільки збільшується тривалість періоду сівба-сходи, знижується польова схожість, а після сходів рослини виглядають ослабленими і нестійкими до несприятливих погодних умов. Дослідження з цього питання, проведені в різних зонах країни, показали, що залежно від призначення посівів і біологічних властивостей сортів глибина заробки насіння різниться.

Оптимальною і надійною глибиною сівби слід вважати 4–6 см. При висиханні верхнього шару ґрунту можна висівати сорго глибше, але з обов'язковим передпосівним і особливо післяпосівним коткуванням кільчастими котками. Сівбу сорго на глибину 4–5 см можна допускати в тому випадку, якщо перед сівбою випав сильний (25–30 мм) дощ і є надійний запас вологи. На зрошуваних землях така глибина сівби насіння найбільш прийнятна.

Сорго, як високопластична культура, забезпечує досить високі врожаї зерна та зеленої маси в широкому діапазоні площ та їх конфігурації. При розміщенні невеликої кількості рослин на одиниці площі сорго інтенсивно кущиться, утворює великі волоті, за рахунок чого отримують сталий урожай. При загущенні посівів різко послаблюється куціння, зменшується маса зерна на волоті, але не знижується врожайність за рахунок збільшення продуктивних волотей на одиниці площі.

Така реакція сорго на зміни розміру та форми площі живлення призвела до широкого розмаїття рекомендованих методів висіву та густоти стояння рослин.

Оптимальна густота стояння рослин для зернового сорго у зоні Степу України становить 140–160 тис. шт./га схожих насінин, сорго цукрового – 180–200 тис. шт./га, віничного сорго – 250 тис. шт./га. На насінницьких широкорядних посівах суданської трави висівають 400–600 тис. шт./га схожих насінин, а при суцільному рядковому способі на сіно чи зелений корм – до 2,5–3,0 млн шт./га. Сорго-суданкові гібриди висівають з густотою стояння рослин 450–500 тис. шт./га, при будь-якому способі сівби. При такій густоті, після їх скошування, складаються найбільш сприятливі умови для інтенсивного відростання отави.

Для південної та східної частини Степу і, особливо, аномального за погодно-кліматичними умовами Присивашся густота стояння рослин соргових культур дещо відрізняється: за рекомендаціями Генічеської дослідної станції, для сорго зернового – в межах 60–100 тис. шт./га, віничного – 100–120 тис. шт./га, цукрового – 100–120 тис. шт./га, а в особливо сприятливі роки – 140 тис. шт./га; при використанні на зелений корм норму висіву збільшують до 200 тис. шт./га. Оптимальна густота стояння рослин за вирощування сорго-суданкових гібридів у цих регіонах 120–160 тис. шт./га, на зелений корм – 200–300 тис. шт./га, суданської трави на зелений корм та сіно – 1,2–2,2 млн шт./га за суцільного рядкового способу сівби [26].

Поширений спосіб сівби – широкорядний з міжряддями 70 см. Проте численні дослідження показали, що високі врожаї зерна і зеленої маси сорго отримують і за ширини міжрядь 60 та особливо 45 см. Це пояснюється тим, що зменшення ширини міжрядь із 70 до 45 см при тій самій густоті рослин змінює

форму площі живлення в бік вужчого співвідношення довжини до ширини. Тому в посівах із шириною міжрядь 45 см за однакової площі живлення вдається більш рівномірно розподілити рослини в рядку, які краще забезпечені елементами живлення, а отже, підвищується врожай. Лише коли зимово-весняні запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту перевищать 150 мм, можна висівати сорго на зерно і силос із шириною міжрядь 45 см із густотою 180–200 тис./га.

За використання на зелений корм сорго слід висівати широкорядним способом з шириною міжрядь 45–70 см і нормою висіву насіння до 300 тис./га. Звичайний рядковий спосіб сівби забезпечує нижчий урожай не тільки зерна, але й зеленої маси. За вирощування на монокорм сорго висівають тими ж способами і нормами висіву, що й на зерно.

Оптимальна густота рослин сорго-суданських гібридів 300–400 тис. рослин на гектар за широкорядних способів 70 і 45 см. За такої густоти стояння рослин після скошування в богарних умовах створюються сприятливі умови для утворення продуктивних сходів та інтенсивного відростання і можна отримати додатково ще один-два укоси. За суцільної сівби майже не відбувається відростання листя, а отже, урожай зеленої маси не забирають.

Подані вище розрахункові показники мають суто теоретичний характер, тому під час практичного використання слід враховувати низку коригувальних коефіцієнтів. Насамперед необхідно зважати на можливе ковзання опорних роликів: залежно від стану ґрунту та робочої швидкості агрегату величина буксування становить приблизно 10–15 %.

Ще одна поправка стосується різниці між лабораторною та фактичною польовою схожістю насіння. Через вплив погодних умов цей показник може знижуватися на 15–35 %, тобто реальна схожість у полі завжди менша, ніж визначена у лабораторії.

Окрім цього, потрібно враховувати втрати рослин, що виникають впродовж вегетації внаслідок боронування, міжрядних обробітків, пошкодження шкідниками чи ураження хворобами. У середньому вони сягають 25–30 %.

Для сівби сорго використовують сівалки точного висіву, а також пневматичні та дискові сівалки, які можуть бути спеціалізовані або універсальні з дообладнанням, з можливістю налаштування міжряддя 40–80 см та внесення добрив, забезпечуючи точність та рівномірність, як от серії Horsch Maestro чи Massey Ferguson 9108.

Сівалки точного висіву ідеальні для сорго завдяки точному дозуванню та розміщенню насіння, часто мають вакуумні або пневматичні системи, як у Horsch Maestro чи Massey Ferguson. Дискові сівалки добре працюють на підготовлених ґрунтах, підходять для мінімального обробітку, забезпечують точне розміщення. Пневматичні сівалки надійні, точні, розподіляють насіння за допомогою потоку повітря.

Слід сказати про доцільність впровадження широкорядних пунктирних способів сівби з інтенсивною технологією вирощування, використовуючи для цього існуючі сівалки пунктирного висіву, які використовуються при

виращуванні кукурудзи. Крім того, всі машини та знаряддя для передпосівної підготовки ґрунту, сівби, догляду за посівами та збирання кукурудзи можуть успішно застосовуватися на посівах сорго.

У південній посушливій зоні країни основною кормовою культурою є кукурудза. Однак за цих умов вона дає низький (7,0-15,0 т/га) урожай зеленої маси. Для збільшення виходу корму в перехідний період, коли економіка все ще нормально працює, необхідно сіяти разом сорго та кукурудзу широкорядним способом з міжряддями 70 см, чергуючи їх рядки. Це суттєвий і невикористаний резерв виробництва кормів.

Дослідження показали, що найкращим співвідношенням рядів з метою отримання високої врожайності зеленої маси, сухої речовини, більший вихід корм од. і перетравного білка є два ряди сорго і один ряд кукурудзи. Засипка банок сівалки СПЧ-6 сорго і кукурудзи, а отже, схема сівби буде виглядати так: СКССКС (С - рядки сорго, К - рядки кукурудзи).

Значний інтерес представляють проміжні посіви сорго, особливо зернового з соєю, в результаті чого виходить напівконцентрований корм, збалансований за вмістом білком. Допустимі співвідношення рядків 2:1 або 2:2.

Для визначення норми висіву за масою необхідно врахувати посівну придатність насіння, яку визначають за формулою 2:

$$ПП = \frac{C \cdot Ч}{100}, \quad (2)$$

де: ПП – посівна придатність насіння, %;

С – схожість насіння, %;

Ч – чистота насіння, %.

Фактичну норму висіву за масою (кг) визначають за формулою 3:

$$Нм = \frac{Н \cdot Q}{ПП}, \quad (3)$$

де: Нм – норма висіву за масою, кг/га;

Н – рекомендована норма висіву тисяч схожих насінин на 1 га;

Q – маса 1000 шт. насінин, г;

ПП – посівна придатність насіння, %.

Оптимальна щільність посіву сорго без зрошення на період збирання становить, для низькорослих ранньостиглих сортів і гібридів від 150 до 200 тисяч рослин на 1га, а для пізньостиглих високорослих від 90 до 120 тисяч рослин на 1 га.

2.6. Догляд за посівами

Головна мета догляду за посівами цукрового сорго полягає в підтриманні посівів у чистому від бур'янів стані, а також у створенні сприятливих ґрунтових умов для розвитку рослин. Після сівби обов'язковим заходом є післяпосівне прикочування ґрунту. Одним із найважливіших ранніх агротехнічних заходів за безгербицидної технології виращування є боронування посівів приблизно за 4–5 діб до появи сходів. У цей час паростки сорго розташовані під поверхнею ґрунту на глибині 3–4 см, тоді як основна маса бур'янів (близько 70–80 %) перебуває у вразливій фазі. Залежно від вологості ґрунту та розвитку проростків

використовують легкі або середні борони з навантаженням 0,6–0,9 кг на зуб.

Якщо після сівби випадають сильні опади й утворюється щільна ґрунтова кірка, що перешкоджає отриманню дружних сходів, її також руйнують боронуванням. Коли ж проростки сорго розташовані ближче ніж на 1 см до поверхні, для руйнування кірки застосовують кільчасті котки або ротаційну мотигу.

Оскільки бур'яни проростають хвилями, ефективним є і післясходове боронування сорго. Його виконують один або два рази залежно від забур'яненості та густоти посіву: перший раз у фазі 3–4 листків, другий – коли рослини мають 6–7 листків. Боронування впоперек рядків найкраще робити у другій половині дня, коли рослини перебувають у стані плазмолізу й менше травмуються. Рекомендована швидкість руху агрегату – не більше 4–5 км/год. Особливо результативно працюють сітчасті та легкі борони, які мінімізують ушкодження сорго й водночас ефективно знищують молоді бур'яни.

Навіть за дотримання технології частина рослин неминуче пошкоджується. При першому боронуванні втрачається в середньому 19–20 % рослин, при другому – ще 5–7 %. Таким чином густина посівів може зменшитися на 25–30 %. Це враховують під час встановлення норми висіву, збільшуючи її відповідно до очікуваних втрат. Використання важких борін покращує знищення бур'янів, проте рівень пошкодження рослин при цьому майже вдвічі вищий. Найвища ефективність боронування досягається тоді, коли бур'яни перебувають у фазі «білих ниточок». Запізнення з проведенням цього заходу значно знижує його результативність.

Подальший догляд за посівами полягає в міжрядному обробітку навісними культиваторами, які добре копіюють мікрорельєф ґрунту, з одночасним внесенням добрив. Завдання обробітку – максимально зберегти вологу на період цвітіння і наливання зерна, знищити бур'яни, забезпечити доступ повітря до коренів сорго.

Міжрядний обробіток починають, як тільки чітко виділяються рядки сорго. Перший обробіток проводять на першій зниженій швидкості трактора вздовж колії висівного агрегату, щоб міжряддя посіву було стиковим міжряддям під час культивації. На кожній секції культиватора з боків встановлені плоскорізнні односторонні ножиці, а спереду двостороння загострена лапа. Обладнаний таким чином культиватор добре розпушує ґрунт і зрізає бур'яни. Для підвищення продуктивності агрегатів і зменшення запилення рослин доцільно використовувати спеціальні щити, які встановлюють на стійках поряд з робочими органами культиватора. Глибина першого обробітку 10–12 см, наступних – 8–10 і 6–8 см. Другу культивацію проводять через 15–20 днів після першої, третю – через 20–25 днів після другої залежно від появи бур'янів і ущільнення ґрунту. При проведенні всіх міжрядних обробітків необхідно витримувати ширину захисної зони 10–12 см.

Агрегати рекомендується оснащувати рядковими прополювальними боронами з високими пружинними зубами (до 40 см) або ротаційними боронами з двох спарених голчастих дисків ротаційної сапи. Їх кріплять у проміжках між

секціями робочих органів і одночасно з міжряддям обробляють ряди гнізд, добре очищаючи захисні зони від бур'янів.

Під час другої і особливо третьої культивуації, які проводяться на підвищених швидкостях трактора, доцільно одночасно підгортати рослини. Підгортання знищує бур'яни в міжряддях, створює умови для кращої вітростійкості рослин сорго, знижує температуру біля вузла кушніння, покращує роботу повітряних коренів.

Поряд із традиційними агротехнічними прийомами, спрямованими на стримування бур'янів у посівах сорго, важливу роль відіграє застосування хімічних препаратів, зокрема гербіцидів. Поєднання ґрунтових та механічних методів обробітку забезпечує значне зменшення засміченості полів, сприяє підвищенню врожайності та дає можливість скоротити додаткові витрати під час вирощування сорго.

У разі застосування хімічних засобів регулювання бур'янів міжрядні механічні обробітки ґрунту виконують лише за необхідності, переважно з метою відновлення оптимальної структури ґрунту та руйнування ґрунтової кірки.

Система захисту сорго за допомогою гербіцидів полягає у наступному:

► Видалення бур'янів після сівби в досходовий період у сорго. У ситуації постійного тиску злакових і дводольних бур'янів стратегії обробітку в передсходовий період залишаються надійним інструментом в плані ефективності. Насправді конкуренція може початися дуже рано, в період від сівби і до того, поки рослинність почне покривати міжряддя, тобто до стадії 8–10 листків у сорго, коли культура зможе позбавляти світла бур'яни, які опиняються під листям.

► Ранній післясходовий період у фазі 3-х листків. Дуже важливо боротися проти злакових бур'янів у фазу сходів і не пізніше фази 2–3 листків. Така обробка також підходить для боротьби проти дводольних бур'янів. Вологість ґрунту поверхневого шару в момент обробки і в наступні дні є важливим фактором для успішної боротьби з бур'янами, зокрема при використанні гербіцидів кореневої дії. Для застосування гербіцидів у фазі 3-х листків у сорго є великий вибір засобів захисту рослин. Звертаємо вашу увагу на те, що застосовувати можна лише офіційно дозволені для використання в нашій країні гербіцидиє

► Післясходовий період у фазі 3–8 листків. Ця обробка головним чином спрямована на боротьбу проти дводольних бур'янів (як однорічних, так і багаторічних), і яка вимагає дружніх сходів бур'янів, починаючи від стадії паростка і до стадії 4 листків для однорічних.

Для боротьби з бур'янами застосовують гербіциди у нормах та в термін згідно з прийнятими рекомендаціями та «Переліку пестицидів і агрохімікатів дозволених для використання в Україні» [25]. Вибір препарату визначають залежно від забур'яненості (видового складу бур'янів) згідно з картою забур'яненості полів. Норма та термін внесення гербіциду встановлюють залежно від властивостей препарату, фази розвитку рослин, стану бур'янів, погодних умов на період внесення. Вносити розчин препарату рекомендованого гербіциду слід методом обприскування ґрунту, або вегетуючих рослин. Норма витрати

грунтових гербіцидів залежить від механічного складу ґрунту за вмісту в ньому гумусу. Не допускається застосування гербіцидів за вмісту гумусу менше ніж 1,5%. Гербіциди контактної дії слід вносити по вегетуючих бур'янах або їх сходах за відсутності опадів та температури повітря не вище ніж 25°C і не нижче ніж 12°C.

Найвищу ефективність у посівах сорго забезпечують ґрунтові гербіциди з широким спектром дії. Зокрема, добре зарекомендували себе такі препарати, як Примекстра TZ Голд 500 SC, к.с. (4,5 л/га), Примекстра Голд 500 SC, к.с. (3,5 л/га), Дуал Голд 960 ЕС, к.е. (1,6 л/га), а також Альфа-Гетьман (2,5 л/га), основною діючою речовиною яких є S-метолахлор. Водночас, з метою запобігання фітотоксичній дії цих препаратів на проростки сорго, насіннєвий матеріал слід заздалегідь обробляти антидотом Концепт III 960 ЕС, який ефективно знижує негативний вплив S-метолахлору на молоді рослини [24].

Повільний ріст сорго на ранніх етапах розвитку обумовлює його підвищену вразливість до засміченості посівів. У разі недостатньої дії ґрунтових гербіцидів конкуренція з боку бур'янів може призвести до значних втрат урожаю. Саме тому в системі захисту культури доцільно передбачати використання післясходових (страхових) гербіцидів. Серед рекомендованих препаратів – Примекстра TZ Голд 500, к.с. у нормі 4,0 л/га, Примекстра Голд SC, к.с. – 2,5 л/га, а також Альфа-Гетьман у дозі 1,6–1,8 л/га. Ці засоби дозволені до застосування як до сівби, так і після появи сходів сорго, що забезпечує гнучкість технології захисту культури. Для контролю чисельності дводольних бур'янів у посівах сорго по вегетуючих рослинах застосовують післясходові гербіциди на основі 2,4-Д у формі аміної солі з нормою витрати 0,7–1,0 л/га. Ефективним є також використання препарату Діален у фазі розвитку культури від трьох до п'яти листків (1,0–1,2 л/га). До переліку рекомендованих засобів належать Прима SE (0,4–0,6 л/га), Ладдок — сучасний гербіцид, який проявляє високу ефективність за обробки у фазі одного–двох листків бур'янів (2,5–3,0 л/га), а також Пік 75 WG у дозі 15–20 г/га.

Слід зазначити, що гербіцид Пік 75, в.г. (0,015–0,02 кг/га), характеризується більш селективною та м'якою дією щодо рослин сорго. На відміну від більшості післясходових препаратів, його застосування допускається навіть до фази сьомого листка культури. Це забезпечує ефективне знищення переважної більшості одно- та багаторічних дводольних бур'янів. Водночас варто враховувати, що практично всі страхові гербіциди не впливають на злакові бур'яни, у зв'язку з чим на полях із значним засміченням злаковою рослинністю першочергового значення набуває застосування ґрунтових гербіцидів.

На початкових стадіях розвитку сорго особливо чутливе до пошкодження попелицями, які за сприятливих умов здатні суттєво зріджувати сходи. Ефективним заходом захисту в цей період є інсектицидне протруювання насіння, що практично повністю запобігає ураженню рослин у фазі сходів.

Ще одним небезпечним періодом є формування верхівкового листка та вихід волоті, коли попелиці масово переселяються на посіви сорго з інших культур. Згодом, після появи воскового нальоту на листках (через 10–14 діб після викидання волоті), їх шкідливість істотно зменшується. За потреби для зниження

чисельності фітофагів у цей час застосовують інсектициди, зокрема Карате Зеон, Нурел Д, Енжіо, Бі-58 Новий, Фастак, Децис Профі або Фостран у рекомендованих нормах. Для підвищення ефективності обробок доцільно поєднувати інсектициди з прилипаками та ПАР, такими як Сайд Кік, Ліпосам-2 або Мєро. Високу ефективність у системі захисту сорго від попелиць демонструє також біологічний метод, що передбачає випуск на посіви семикрапкової корівки (сонечка) у кількості 20–30 тис. особин на гектар. Одна личинка цього ентомофага здатна знищувати до 200 особин попелиць за добу.

Водночас провідну роль у довгостроковій перспективі відіграє селекція та впровадження сортів і гібридів сорго, стійких до ураження попелицями, що є найбільш доцільним напрямом захисту як з економічної, так і з екологічної точок зору.

Серед комплексу шкідників, що становлять серйозну загрозу для посівів сорго, особливої шкоди завдають бавовняна совка, кукурудзяний стебловий метелик і лучний метелик. Для зменшення шкоди від підгризаючих совок важливе значення мають агротехнічні заходи, насамперед утримання посівів у чистому від бур'янів стані. На початкових етапах розвитку гусениці живляться переважно бур'янами, тому своєчасне знищення небажаної рослинності істотно обмежує їх чисельність. За чисельності 5–6 гусениць на 1 м² їх шкодочинність досягає економічно небезпечного рівня, доцільно застосовувати наземне обприскування дозволеними інсектицидами, як Карате Зеон 050 SC (0,2 л/га), Фастак (0,1–0,15 л/га), Номолт (0,15–0,3 л/га), а також інших дозволених аналогів.

Ефективність інсектицидного захисту значною мірою залежить від правильного вибору строків обробки. Найкращі результати досягаються за внесення препаратів через 2–3 тижні після початку льоту метеликів або в період їх масової активності, коли відбувається відродження гусениць. Запізнення з обробкою знижує результативність захисних заходів, оскільки шкідники переходять у менш уразливі фази розвитку.

Сорго загалом вважається культурою з відносно високою стійкістю до грибних хвороб, однак на практиці зернові, цукрові та віничні сорти, а також гібриди нерідко уражуються сажковими хворобами, особливо в умовах Степу України. Найпоширенішими серед них є летюча та тверда (зернова) сажка. Летюча сажка уражує переважно сорго і кукурудзу, рідше – суданську траву. У хворих рослин замість повноцінної волоті формується маса спор, спочатку вкрита тонкою оболонкою, яка згодом розтріскується, сприяючи розсіюванню інфекції. Захворювання охоплює не лише зернівки, а й інші елементи волоті, що робить втрати врожаю особливо відчутними.

Тверда сажка, на відміну від летючої, уражує виключно зав'язі квіток. При цьому півки та інші частини волоті залишаються зовні неушкодженими. Уражене зерно набуває вигляду подовжених сіруватих мішечків, заповнених чорною споровою масою, яка легко руйнується при натисканні.

Основу захисту від сажкових хвороб становлять профілактичні заходи. Насамперед важливо використовувати здоровий насіннєвий матеріал та надавати

перевагу сортам і гібридам, стійким до збудників хвороб. Серед агротехнічних прийомів велике значення мають дотримання науково обґрунтованих сівозмін, глибоке загортання післяжнивних решток, збалансоване внесення добрив і недопущення змішування здорового зерна з ураженим. Вирішальну роль відіграє передпосівне знезараження насіння хімічними протруйниками, зокрема Вітаваксом 200 з.п. або Максим 0,25 FS у рекомендованих нормах.

За надто ранніх строків сівби та в умовах холодної, затяжної весни можливе пліснявіння насіння, що спричиняє значне зрідження сходів. Для запобігання цьому необхідно мінімізувати механічне травмування зерна під час збирання, своєчасно очищати та досушувати його до вологості близько 13%, а також висівати сорго лише в ґрунт, прогрітий щонайменше до +14–15 °С. Обов'язковим елементом технології є комплексне протруєння насіння проти ґрунтової та насінневої інфекції, особливо у голозерних форм, позбавлених захисного шару танінів.

Підвищенню стійкості рослин до несприятливих погодних умов у період «сівба–сходи» сприяє передпосівна інкрустація насіння. Для формування оптимальної густоти стояння рослин також застосовують страхові надбавки до норми висіву: для насіння першого класу – до 40%, другого – 60%, третього – до 80%. В умовах нестабільного зволоження посівного шару ґрунту позитивний ефект забезпечує використання препаратів типу тігам, які сприяють дружним і рівномірним сходам.

До найбільш поширених і небезпечних захворювань сорго, що уражують підземні та надземні органи рослин, належать коренева і стеблова гнилі. Ці хвороби проявляються вже на ранніх етапах розвитку культури та можуть суттєво впливати на густоту посівів і формування врожаю. Першими зовнішніми ознаками ураження є незначне скручування листкових пластинок, пожовтіння та підсихання їх верхівок, що свідчить про порушення водо- та поживного режиму рослин.

За інтенсивного розвитку хвороби відбувається ураження кореневої системи та прикореневої частини стебла, які набувають темно-коричневого або бурого забарвлення. Тканини втрачають щільність, серцевина стебла розм'якшується, що зумовлює ламкість рослин, їх полягання та подальше відмирання. Особливо небезпечні коренева й стеблова гнилі для молодих рослин, які за сильного інфекційного навантаження можуть повністю гинути, спричиняючи значне зрідження посівів.

Ефективний захист сорго від цих захворювань базується передусім на комплексі профілактичних заходів. Важливу роль відіграє дотримання науково обґрунтованих сівозмін, що дає змогу зменшити накопичення інфекції в ґрунті. Не менш значущим є своєчасне заорювання післяжнивних решток, які можуть бути джерелом збудників гнилей. Доцільно також вирощувати сорти й гібриди сорго, що характеризуються підвищеною стійкістю до ураження кореневими та стебловими гнилями.

Окрім того, важливо своєчасно проводити заходи захисту рослин від шкідників, які, пошкоджуючи корені й стебла, створюють додаткові «ворота» для

проникнення інфекції. Поєднання агротехнічних, селекційних і фітосанітарних заходів дає змогу істотно знизити шкодочинність кореневих і стеблових гнилей та забезпечити стабільний розвиток і продуктивність посівів сорго.

Таким чином, хімічний захист посівів сорго від комплексу хвороб і шкідників є важливою складовою сучасної технології вирощування культури. Обробку пестицидами проти бактеріальних і грибних захворювань, зокрема бактеріальної плямистості, штрихуватого бактеріозу, іржі, гельмінтоспоріозу, аскохітозу, антракнозу та склероспорозу, а також проти основних шкідників — злакових попелиць, стеблового (кукурудзяного) метелика, різних видів совок, дротяників і псевдодротяників — здійснюють виключно відповідно до чинного «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання в Україні». Це забезпечує не лише ефективність захисних заходів, а й їх екологічну та санітарну безпечність.

Прийняття рішення щодо доцільності застосування хімічних препаратів повинно базуватися на результатах постійного фітосанітарного моніторингу посівів. При цьому обов'язково враховують рівень поширення та інтенсивність розвитку шкідливих організмів, порівнюючи фактичну чисельність шкідників або ступінь ураження рослин із показниками економічного порогу шкодочинності (ЕПШ). Застосування пестицидів доцільне лише у випадках, коли очікувані втрати врожаю перевищують витрати на проведення захисних заходів.

Система запобігання поширенню шкідників і хвороб у посівах сорго передбачає комплекс взаємопов'язаних агротехнічних і організаційних прийомів. Насамперед це регулярні обстеження посівів упродовж усього вегетаційного періоду з метою своєчасного виявлення перших ознак ураження. Важливе значення має дотримання науково обґрунтованого чергування культур у сівозміні, що сприяє зменшенню запасів інфекції та чисельності шкідників у ґрунті.

Не менш суттєвими є своєчасний і якісний обробіток ґрунту, правильні строки та способи збирання врожаю, які обмежують можливість перезимівлі збудників хвороб і фітофагів. Вагомим елементом інтегрованого захисту рослин є також добір сортів і гібридів цукрового сорго, що характеризуються підвищеною стійкістю до найбільш поширених хвороб і шкідників. Поєднання профілактичних заходів із раціональним застосуванням пестицидів дозволяє мінімізувати хімічне навантаження на агроecosистему та забезпечити стабільну продуктивність посівів.

2.7. Збирання врожаю

Культура сорго має низку фізіологічних та біологічних особливостей, які впливають на технологію збирання врожаю та безпосередньо на якість зібраної продукції: природна кущистість сорго, що залежить від особливостей гібрида, густоти стояння рослин, а також ширини міжрядь, сприяє нерівномірності досягання волотей на основних пагонах і так званих підгонах. Зазвичай якщо на основних пагонах зерно вже готове до прямого комбайнування і має вологість 16–17%, то на підгонах вологість може становити 23–25% і вище. За достатніх

запасів вологи в нижніх шарах ґрунту листостеблова маса сорго залишається зеленою до морозів.

Зерно сорго має високу гігроскопічність, тому потребує збирання в суху погоду, ретельного очищення від рослинних решток та швидкого досушування.

Фізіологічна зрілість сорго настає за вологості зерна 30%, але врожай починають збирати за вологості 22% і нижче. За даними Кооперативної дорадчої служби сільськогосподарського коледжу університету Кентуккі (США), найменші втрати врожаю – 8,7% – отримують за збирання зерна з вологістю 20%. За вологості 30% втрати врожаю становлять 11,7%, а за 10% – 16,3% відповідно.

Збирання прямим комбайнуванням зернового сорго починають, коли вологість зерна сягає 22% і нижче. Якщо вологість зерна вища зазначеної, доцільно провести десикацію посівів. Враховуючи гігроскопічність зерна сорго, тобто його здатність легко відновлювати втрачену вологу під впливом підвищеної вологості повітря, проведення десикації планують в оптимальні для цього строки, що забезпечує її ефективність.

Десикацію посівів починають за вологості зерна, що не перевищує 35%, використовуючи для цього препарат Реглон Супер (4 л/га) у комбінації з сурфактантом Сайд Кік ІІ (0,3%). За застосування в якості десикантів системних препаратів на основі солей гліфосатів, урожай збирають у стислі строки, позаяк посіви можуть вилягати. Зерно вищої вологості після десикації стає плюсклим та має малу масу тисячі насінин. Після обмолоту зібране зерно досушують та зберігають за вологості 14–17%.

Після обмолочування визначають вологість зерна. Якщо вона вища 18–20%, зерно сорго обов'язково досушують на сонці або у спеціальних сушарках за температури 35–40°C впродовж 40–45 хв. Без досушування вологе зерно через декілька годин самозігрівається і різко втрачає технологічні та посівні якості. Для сушіння зерна сорго використовують ті самі сушарки, що й для кукурудзи, але завдяки тому, що воно дрібніше й щільно прилягає одне до одного, створюючи вищий опір повітрю, зерно сорго потребує тривалішого часу сушіння.

В Україні діє стандарт ДСТУ 4962:2008 «Сорго. Технічні умови», за яким елеватори приймають зерно сорго за вологості від 13,5 до 14%, зі сміттевою домішкою від 2 до 3% і олійною домішкою не більше 7%.

Очищене зерно найкраще зберігати в чистому, прохолодному і сухому місці за відносної вологості повітря не вище ніж 65% та температури близько 21°C. За таких умов рівноважна вологість зерна становитиме 13,2%. За цієї ж вологості повітря, але за зниження температури до 1°C, вологість зерна зростає до 14%.

Для забезпечення оптимальних умов зберігання зерна сорго показники вологості та температури повітря контролюють раз на 2 тижні.

Строки та технологія збирання біомаси сорго визначаються біологічними особливостями сорту, погодними умовами та запланованим напрямом використання отриманої сировини. Строки і способи збирання (одно – чи двофазне) залежать від напрямку використання сорго:

- отримання сухого зерна;
- переробка врожаю на біоетанол;

- консервування вологого зерна;
- отримання зернофуража (монокорму) із усього біологічного урожаю;
- збирання на насіннєві цілі.

Дозрівання зерна у волотях сорго проходить нерівномірно, тому неправильне визначення строків збирання призводить до значних втрат. Фазу повної стиглості визначають за досягненням вологості зерна від 25 до 30 %. Листостеблова маса на цей час має вологість 60 % і більше. При підвищенні вологості зерна застосовують однофазне збирання з попередньою десикацією посівів препаратами згідно з “Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання в Україні”. Ефективним заходом зниження вологості зерна є десикація посівів. Виконана у фазу воскової – повної стиглості зерна (але не пізніше, ніж за 4–6 діб до збирання врожаю), вона не впливає на врожайність сорго. Як десикант застосовують Реглон Супер 150 WS в.р. (4 л/га). Десикацію посівів сорго на насінневих посівах можна проводити восени при загрозі заморозків, у фазі воскової стиглості зерна вона знижує вміст вологи в зерні на 8,4–10,8 %, на початку повної стиглості – на 5,5–7,1 %.

Збирання насінників сорго доцільно починати не раніше воскової стиглості зерна. Проводять двома способами:

- збирання волотей сорго з вологістю зерна від 30 до 35% з терміновим досушуванням їх до вологості 13% та наступним обмолочуванням і очищенням;
- збирання насінників прямим комбайнуванням при вологості зерна від 20 до 22%, з наступним доочищенням і сушінням зерна.

Спосіб збирання товарних посівів сорго визначають з урахуванням погодних умов періоду жнив. Основним методом є пряме комбайнування із застосуванням спеціально адаптованих зернозбиральних комбайнів. Під час їх переобладнання жатку регулюють на рівні верхніх міжвузлів стебла, що дає змогу зрізати лише волоть і мінімізувати потрапляння листостеблової маси до бункера разом із зерном. Зазначена технологія придатна для збирання культур, які попередньо пройшли десикацію. З огляду на високу сипкість зерна сорго, особливе значення має ретельна герметизація робочих вузлів комбайна.

Для зменшення втрат волотей під час збирання на планки ексцентрикового мотвила жатки встановлюють прогумовані стрічки шириною близько 100 мм. З метою запобігання пошкодженню та дробленню зерна в процесі обмолоту частоту обертання молотильного барабана знижують до 500–600 об/хв шляхом перестановки шківів. Водночас зазор між барабаном і декою на вході встановлюють у межах 24–27 мм, на виході — 7–10 мм. Оптимальні параметри регулювання жалюзі становлять 8–10 мм для верхнього та 5–6 мм для нижнього решета. Незрізану частину рослинної маси доцільно збирати силосозбиральним комбайном з низьким зрізом і використовувати для заготівлі пізнього силосу.

При використанні біомаси як субстрату для анаеробного зброджування збір рослин доцільно проводити у фазі формування та початку наливу зернівки, коли показники врожайності зеленої маси досягають максимальних значень. У цей період вміст сухої речовини становить 20–25 %, що є оптимальним параметром для ефективної біогазової конверсії.

Оскільки для біогазового виробництва придатна вся рослинна маса (стебла, листки, волоті), збирання проводять стандартними силосозбиральними комбайнами типу КСК-600, Дон-750, Jaguar 900, Mammut 8790, John Deere 8000 та аналогічними моделями.

Якщо біомаса призначена для переробки на біоетанол або тверде біопаливо, збирання слід здійснювати у період максимального нагромадження цукрів у стеблах, що зазвичай відповідає фазі повної стиглості зерна наприкінці вересня. Під час збирання біомаси на біоетанол листову масу та волоті необхідно відокремлювати від стебел, оскільки їх домішки знижують вихід і якість соку. Стебла не слід подрібнювати надмірно, оскільки це спричиняє втрати соку під час транспортування та зберігання. Оптимальний розмір часток становить 15–25 см. Для цих операцій використовують комбайни, призначені для збирання цукрової тростини, такі як Case Austoft 8000, Claas Ventor, John Deere 3522 тощо.

Технологічний процес роботи комбайна для збирання стеблової біомаси сорго на біоетанол включає такі стадії: спочатку волоті зрізають різальним апаратом і залишаються на полі; далі стебла піднімаються стебlopідіймачами та подають на ріжучий механізм. Після зрізання транспортують до двоножового барабанного подрібнювача, з якого подрібнена маса надходить до першого пневмосепаратора для первинного відділення листової фракції. У кінцевій частині елеватора встановлюється другий пневмосепаратор, що забезпечує остаточне очищення біомаси від листків. Листкова маса, вилучена на обох етапах сепарації, рівномірно розподіляється поверхнею поля, тоді як очищені стебла подаються до транспортного засобу для подальшого транспортування на переробні потужності. Отримана таким чином біомаса може зберігатися не довше 2–3 діб.

Якщо біомаса використовується як сировина для виробництва біогазу, то цукрове сорго слід збирати у період максимальної врожайності зеленої маси, яка досягається у фазі формування і наливу зернівки. У цей період суха речовина біомаси становить 20–25%, що є оптимальним для виробництва біогазу. Для виробництва біогазу можна використовувати всю біомасу цукрового сорго (стебла, листя та волоті), тому збирання сорго цукрового здійснюється звичайними силосозбиральними комбайнами КСК-600, Дон-750, Jaguar 900, Mammut 8790, John Deere 8000 і інші.

2.8. Післязбиральна доробка вороху і насіння

Післязбиральна доробка вороху і насіння сорго є важливим етапом технологічного процесу, від якого значною мірою залежить збереження якості зерна, його посівні властивості та придатність до тривалого зберігання або подальшої переробки. Ворох, що надходить безпосередньо з комбайна, зазвичай містить значну кількість домішок – частки листя, стебел, недозрілі зернівки та ґрунтові включення, які погіршують вентиляцію зернової маси і сприяють її самозігріванню.

Первинне очищення вороху проводять на вітроочісних та зерноочисних машинах, де відокремлюють легкі листостеблові домішки, пил і насіння бур'янів. Своєчасне очищення дає змогу зменшити вологість зернової маси, покращити умови аерації та запобігти розвитку мікрофлори. За потреби після первинного очищення виконують додаткове калібрування насіння з метою вирівнювання його за фракціями та підвищення однорідності.

Насіння з підвищеною вологістю обов'язково підлягає підсушуванню. Сушіння здійснюють шляхом вентилявання зернової маси як не підігрітим, так і підігрітим повітрям, залежно від початкової вологості та технічних можливостей господарства. Оптимальним вважається доведення вологості насіння до рівня не вище 13 %, що забезпечує його безпечне зберігання та збереження схожості. Особливу увагу приділяють рівномірності сушіння, уникаючи різких температурних перепадів, які можуть призвести до пошкодження зернівок.

Під час сушіння товарного зерна застосовують ступінчаті режими, за яких температура теплоносія та тривалість сушіння змінюються залежно від вологості зерна і типу зерносушарки. Такий підхід дає змогу зменшити енерговитрати, запобігти пересушуванню та зберегти фізико-хімічні властивості зерна. Режими сушіння встановлюють з урахуванням рекомендацій виробників сушильного обладнання.

Насіннєвий матеріал після очищення і сушіння повинен відповідати встановленим нормативним вимогам за чистотою, вологістю, схожістю та енергією проростання. Посівні якості насіння сорго мають відповідати вимогам чинного стандарту ДСТУ «Насіння зернових, зернобобових і круп'яних культур. Сортів та посівні якості». Дотримання цих вимог є запорукою отримання дружних сходів і високої продуктивності посівів.

2.9. Зберігання зерна і сировини для виробництва біопалива

Правильна організація зберігання зерна сорго та сировини, призначеної для виробництва біопалива, має вирішальне значення для збереження її якості, енергетичної цінності та технологічних властивостей. Недотримання оптимальних умов зберігання призводить до самозігрівання зерна, розвитку мікрофлори, ураження шкідниками та втрат сухої речовини, що безпосередньо знижує вихід біопалива та економічну ефективність переробки.

Насіння сорго закладають на зберігання за вологості не вище 13 %, оскільки саме за такого рівня зволоження уповільнюються біохімічні процеси та пригнічується розвиток пліснявих грибів і бактерій. Зберігання здійснюють у попередньо знезаражених, сухих і добре провітрюваних складських приміщеннях, що дає змогу підтримувати стабільний температурно-вологісний режим і запобігати вторинному зараженню зерна.

Очищене насіння, доведене до кондиційної вологості, рекомендується затарювати в мішки масою 50 кг, що полегшує транспортування, облік і контроль стану зерна. Мішки розміщують на дерев'яних або інших піддонах для запобігання контакту з підлогою та накопичення вологи. Штабелювання проводять із дотриманням встановлених норм: висота штабеля не повинна

перевищувати п'яти мішків, а його ширина – 2,5 м, що забезпечує вільну циркуляцію повітря і зручність огляду.

За зберігання насіння сорго насипом товщина шару не має перевищувати 1,5 м. Обмеження висоти насипу обґрунтоване необхідністю запобігання самозігріванню зернової маси та нерівномірному розподілу вологи й температури в товщі зерна. У таких умовах легше здійснювати аерацію та своєчасно виявляти осередки псування.

Контроль за станом зерна під час зберігання передбачає регулярний моніторинг вологості, температури та наявності шкідників і хвороб. Усі заходи зі зберігання насіння сорго повинні проводитися відповідно до вимог чинних нормативних документів, зокрема ДСТУ «Насіння сільськогосподарських культур. Вимоги до зберігання», що гарантує збереження якості сировини та її придатність для подальшого використання у виробництві біопалива.

Стеблова маса сорго, призначена для подальшої переробки на біопаливо, є цінною сировиною з високим вмістом вуглеводів, тому умови її зберігання мають вирішальне значення для збереження вихідної енергетичної цінності. Основними ризиками під час зберігання є втрати сухої речовини, розвиток мікроорганізмів, самозігрівання та біохімічне розкладання органічних сполук.

Зберігання стеблової маси здійснюють після збирання врожаю у вигляді подрібненої або неподрібненої сировини, залежно від обраної технології переробки. Перед закладанням на зберігання стебла повинні бути максимально очищені від ґрунтових домішок і за можливості підсушені до оптимальної вологості. Надмірно волога біомаса швидко піддається мікробіологічному розкладанню, що знижує вихід біоетанолу або біогазу.

Найпоширенішими способами зберігання стеблової маси є укладання в бурти, рулони або тюки, а також силосування. За сухого зберігання бурти чи рулони розміщують на підготовлених майданчиках з твердим покриттям або підстилкою, що запобігає контакту сировини з ґрунтом і її зволоженню. Для зменшення впливу атмосферних опадів стеблову масу накривають водонепроникними матеріалами, залишаючи можливість для вентиляції.

Силосування є доцільним варіантом у разі використання стеблової маси для виробництва біогазу. У цьому випадку подрібнену сировину щільно ущільнюють у траншеях або полімерних рукавах, створюючи анаеробні умови. Такий спосіб зберігання дає змогу зменшити втрати поживних речовин і стабілізувати хімічний склад біомаси.

Під час зберігання необхідно регулярно контролювати стан стеблової маси, звертаючи увагу на ознаки самозігрівання, пліснявіння або загнивання. Особливо важливо дотримуватися протипожежних вимог, оскільки суха біомаса є пожежонебезпечною. Раціонально організоване зберігання стеблової маси сорго забезпечує мінімальні втрати сировини та її стабільну якість до моменту переробки.

3. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ВИКОНАНИХ РОБІТ

Контролювання показників якості робіт здійснюють у присутності виконавців.

Глибину обробітку ґрунту визначають вручну за допомогою лінійки ГОСТ 427 або глибиноміра ГОСТ 162 шляхом проведення замірів ріллі в 10–15 місцях за діагоналлю ділянки.

Рівномірність глибини обробітку вираховують за формулою 4:

$$E = \frac{K \cdot 100}{H}, \quad (4)$$

де: E – рівномірність глибини обробітку, %;

K – найбільше відхилення фактичної глибини від заданої, см;

H – задана глибина, см.

Брилистість поверхні ґрунту визначають за діагоналлю ділянки у 10 місцях на поверхні ріллі. Накладають рамку розміром 1 м х 1 м та підраховують площу всіх брил розміром більше ніж 10 см в середині рамки.

Брилистість (%), розраховують шляхом ділення сумарної площі всіх брил на площу рамки та множенням на 100.

Глибину сівби перевіряють за середнім показником від 10 до 15 вимірювань лінійкою (ГОСТ 427) або глибиноміром (ГОСТ 162) в триразовій повторності шляхом розкриття борозенок по кожному сошнику.

Ступінь знищення бур'янів визначають шляхом накладання рамки площею 0,5 м² за діагоналлю ділянки у 5 різних довільних місцях і порівнянням середньої кількості бур'янів до та після проведення обробітку.

Фактичну дозу внесення добрив визначають у польових умовах. Розкидач заповнюють певною кількістю добрив в розрахунку на 1 га (A) і вносять до повного їх використання. Потім вимірюють площу, на яку внесли добрива і розраховують фактичну дозу внесення добрив (кг/га) за формулою 5:

$$C = \frac{A \cdot L \cdot B}{1000}, \quad (5)$$

де: C – фактична доза внесення добрив, кг/га;

A – рекомендована доза внесення добрив, переведена у фізичні туки, кг/га;

L – довжина (шлях) який пройшов агрегат, м;

B – ширина захвату агрегату, м.

Відхилення фактичної дози внесення добрив (D) від заданої (у відсотках) визначають за формулою 6:

$$D = \frac{A - C}{A} \cdot 100, \quad (6)$$

де: D – відхилення фактичної кількості внесених добрив від заданої, %;

A – норма внесення фізичних туків, кг/га;

C – фактична доза внесення добрив, кг/га.

Рівномірність внесення добрив (E) визначають за найбільшим відхиленням (K) фактичної кількості внесення від заданої за формулою 7:

$$E = \frac{K}{A} \cdot 100, \quad (7)$$

де: Е – рівномірність внесення добрив %;

К – найбільший відхил фактичної кількості від заданої, кг/га;

А – норма внесення добрив, кг/га.

Норму фактичної витрати робочого розчину пестицидів на 1га визначають один-два рази за зміну. Для цього оприскувач заповнюють певною кількістю води (Р) і на робочій швидкості задіюють апарат до повного використання води. Вимірюють оброблену площу і розраховують фактичну витрату розчину (Q) на 1 га за формулою 8:

$$Q = \frac{P}{S}, \quad (8)$$

де: Q – фактична витрата розчину, л/га;

Р – кількість води в баку, л;

S – оброблена площа, га.

Норму препарату на 1 га розводять у такій кількості води, яка витрачається фактично.

Відрегулювати сівалку на задану норму можна за кількістю насінин, висіяних на одному погонному метрі. Зокрема за норми 100, 200 і 300 тис. насінин на 1 га при міжрядді 70 см необхідно висівати відповідно 7, 14 і 21 насінини.

Перевіряють фактичну норму висіву і рівномірність підрахунком кількості висіяних насінин на одному погонному метрі рядка за формулою 9:

$$C = \frac{H \cdot M}{Q}, \quad (9)$$

де: С – кількість насінин на 1 м;

Н – норма висіву, кг/га;

М – ширина міжряддя, см;

Q – абсолютна маса, маса 1000 зерен в г.

4. ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ РОБІТ

Якість виконаних робіт оцінюють за показниками зазначеними у таблиці 1.

Таблиця 1 – Показники якості виконаних робіт

Перелік контрольованих показників		Рівень якості виконання операцій	Коефіцієнт якості
1. Післязбиральне лущення			
1.1. Глибина обробітку, см	норма	8-10	1,0
	відхилення	7-11	0,9
		6-12	0,8
		понад 2,0	0
1.2. Вирівняність (середня висота гребнів), см		до 4,0	1,0
		4,1-4,5	0,9
		4,6-5,0	0,8
		понад 5,0	0
1.3. Підрізування та знищення бур'янів, %		100	1,0
		99-95	0,9
		94-90	0,8
		менше 90	0
2. Внесення добрив			
2.1. Відхилення від заданої норми внесення, %		до 5,0	1,0
		5,1-7,0	0,9
		7,1-10,0	0,8
		понад 10,0	0
2.2. Нерівномірність внесення, % для розкидачів		до 10	1,0
		10,1-15,0	0,9
		12,1-20,0	0,8
		понад 20,0	0
3. Оранка			
3.1. Нерівномірність обробітку від заданої глибини, %		до 8,0	1,0
		8,1-10,0	0,9
		10,1-15,0	0,8
		понад 15,0	0
3.2. Брилістість поверхні поля (наявність грудок більше ніж 10 см), %		менше 10,0	1,0
		10,1-15,0	0,9
		15,1-20,0	0,8
		понад 20,0	0
4. Внесення пестицидів			
4.1. Відхилення від норми витрат робочого розчину, %		до 5,0	1,0
		5,1-8,0	0,9
		8,1-10,0	0,8
		понад 10,0	0
4.2. Нерівномірність внесення розчину, %		до 8,0	1,0
		8,1-10,0	0,9
		10,1-15,0	0,8

Перелік контрольованих показників	Рівень якості виконання операцій	Коефіцієнт якості
	понад 15,0	0
5. Передпосівне культивування		
5.1. Відхилення від заданої глибини обробітку , см	1,0	1,0
	1,5	0,9
	2,0	0,8
	5,0-6,0	0
5.2. Брилістість (кількість грудок діаметром від 5см до 10см), %	відсутні	1,0
	1,0-3,0	0,9
	4,0-5,0	0,8
	понад 5,0	0
6. Сівба		
6.1. Відхилення від норми висівання насіння, %	до 5,0	1,0
	5,1-10,0	0,9
	10,0-15,0	0,8
	понад 15,0	0
6.2. Відповідність глибини загортання, см: для легких ґрунтів;	4,0-8,0	1,0
	0,5	0,9
	1,0	0
для важких ґрунтів.	1,0-1,5	1,0
	0,5	0,9
	1,0	0
6.3. Вирівняність поверхні засіяного поля (висота гребнів), см	до 4,0	1,0
	4,1-5,0	0,9
	5,1-6,0	0,8
	понад 6,0	0
7. Догляд за посівами		
7.1. Ступінь механічного пошкодження рослин, %	пошкоджень немає	1,0
	до 0,3	0,9
7.2. Знищення бур'янів, %	90-100%	1,0
	менше 70%	0
8. Збирання		
8.1. Загальні втрати насіння, %	до 4,0	1,0
	4,1-8,0	0,9
	8,1-10,0	0,8
	понад 10,0	0
8.2. Загальні пошкодження насіння та досушування, %	до 0,5	1,0
	0,6-0,7	0,9
	0,8-1,0	0,8
	понад 1,0	0

ЛІТЕРАТУРА

1. Тенденції розвитку біоенергетики в країнах світу: зміни 2024 року. URL : <https://dia.dp.gov.ua/tendenci%D1%97-rozvitku-bioenergetiki-v-kra%D1%97nax-svitu-zmini-2024-roku/>
2. Аналіз ринку біоетанолу в Україні та світі. 2023 рік. URL: <https://proconsulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-bioetanola-v-ukraine-i-v-mire-2023-god>
3. Виробництво біоетанолу в Україні: стан і перспективи розвитку. URL : <https://milkua.info/uk/post/virobnictvo-bioetanolu-v-ukraini-stan-i-perspektivi-rozvitku>
4. Перспективи отримання біогазу з цукрового сорго в Україні / Г. І. Кулічкова, Н. А. Савицька, О. І Володько та ін. *Наукові доповіді НУБІП України*. 2022. № 5(99). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2022.05.001>.
5. Математична модель продуктивності сорго зернового на Півдні України залежно від умов зволоження та сорту / М. І. Федорчук, П. Лиховид, В. Г. Федорчук та ін. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2022. Вип. 31(45). С. 130-134. <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/17529>
6. Gamayunova V. V., Khonenko L. G., Kovalenko O. O. Sorghum culture in the South of Ukraine, state of production, use and possibility of processing into bioethanol. *Achievements of Ukraine and the EU in ecology, biology, chemistry, geography and agricultural sciences* : collective monograph. Riga : Baltija Publishing, 2021. P. 150-176. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-086-5-8>
7. Gamayunova V., Honenko L., Kovalenko O. Bioethanol Producing from Sorghum Crops. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2022. Vol. 26, №. 1. P. 9-18. <https://surl.li/bapylq>
8. Біопаливо – майбутнє цукрової галузі України. URL:<http://www.ukrsugar.com/uk/post/biopaliwo-majbutne-cukrovoi-galuzi-ukraini>.
9. Almodares A., Hadi M.R. Production of bioethanol from sweet sorghum: A review. *African Journal of Agricultural Research*. 2009. Vol. 4, Issue 9. P. 772–780.

10. Prasad S., Singh A., Jain N., Joshi H.C. Ethanol Production from Sweet Sorghum Syrup for Utilization as Automotive Fuel in India. *Energy Fuels*. 2007. Vol. 21, Issue 4. P. 2415–2420. DOI: <https://doi.org/10.1021/ef060328z>.
11. Hassan M.U., Chattha M.U., Barbanti L., Chattha M.B., Mahmood A., Khan I., Nawaz M. Combined cultivar and harvest time to enhance biomass and methane yield in sorghum under warm dry conditions in Pakistan. *Industrial Crops and Products*. 2019. Vol. 132. P. 84–91. doi: 10.1016/j.indcrop.2019.02.019.
12. Hassan M.U., Chattha M.U., Barbanti L., Mahmood A., Chattha M.B., Khan I., Mirza S., Aziz S.A., Nawaz M., Aamer M. Cultivar and seeding time role in sorghum to optimize biomass and methane yield under warm dry climate. *Industrial Crops and Products*. 2020. Vol. 145, Article ID 111983. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111983>
13. Науково-теоретичні засади та практичні аспекти формування екологобезпечних технологій вирощування та переробки сорго в степовій зоні України : монографія. Херсон, 2017. 208 с. <https://surli.cc/yndreg>
14. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Федорчук М.І., Коваленко О. А. Добір посухостійких культур для Південного Степу України. *Зернові культури*. 2021. Том 5. № 1. С. 13-22. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0153>
15. Gamajunova V.V., Khonenko L.G., Kovalenko O.A., Baklanova T.V. Adaptation of the Agricultural Industry to Changes of Climatic Conditions in the Steppe Zone of Ukraine. *Proceedings book: Ispec 7th International Conference on Agriculture, Animal Sciences and Rural Development* (18-19 September 2021, Muş, Turkey). Turkey. 2021. P. 173–174. <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/10094>
16. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Смірнова І. В., Бакланова Т. В. Заходи збільшення зерновиробництва в Україні у сучасний період. *Тенденції розвитку та виклики сучасній аграрній науці й освіті, за змінних кліматичних та політичних умов* : матеріали IV міжнародної науково-практичної онлайн конференції (м. Київ, 28-30 листопада 2022 р.). Київ : Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2022. С. 6-8. <https://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/9913>

17. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Коваленко О. А. Підходи до добору посухостійких соргових культур за зміни кліматичних умов Південного Степу України. *Інноваційні технології в рослинництві* : матеріали IV Всеукр. наукової Інтернет-конф. (м. Кам'янець-Подільський 10 травня 2021 р.). Кам'янець-Подільський, 2021. С. 39-42. <https://surl.li/tymuxz>
18. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Коваленко О. А., Бакланова Т. В. Залучення соргових й інших адаптованих до зони півдня України посухостійких рослин та основні засади підвищення їх продуктивності. Формування нової парадигми розвитку агропромислового сектору в ХХІ столітті : колективна монографія. у 2 ч. Ч. 1. Львів-Торунь : Ліга-Прес, 2021. С. 1-30. <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/10955>
19. Gamayunova V., Honenko L., Baklanova T., Pilipenko T. Current Trends in Sorghum Use, Grain Yield and Water Consumption Depending on the Hybrid Composition. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2023. Vol. 24(6). P. 211-220. DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/168451>.
20. Сорго: технологія, переробка, використання, насінництво та селекція. Каталог гібридів та сортів / В. Ю. Черчель, Б. В. Дзюбецький, О. В. Яланський та ін. Дніпро : ДУ ІЗК НААН України, 2023. 68 с.
21. Продан І. У боргу перед сорго. URL: <https://www.zerno-ua.com/journals/2018/dekabr-2018-god/u-borgu-pered-sorgo>
22. Мулярчук О.І. Технологія вирощування сорго цукрового для виробництва біопалива. *Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківській області*. 2016. № 20. С. 54-60.
23. Мулярчук О.І., Кобернюк О.Т. Вплив мінерального живлення на вихід біоетанолу сорго цукрового. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2017. № 26. Ч-1. С. 94-101.
24. Сторчоус І. Особливості застосування ґрунтових гербіцидів. *Агробізнес сьогодні*. 2017. № 17(360). С. 12–16.
25. Перелік пестицидів і агрохімікатів дозволених до використання в Україні. Київ, 2024. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/preparations>

26. Циліорик О. Сорго – надійна альтернатива зерновим культурам в умовах Степу. *Агрономія сьогодні*. 2021. 19 березня. URL : <https://surl.li/matdnn>
27. Соргові культури: технологія, використання, гібриди та сорти / А. В. Черенков, М. С., Шевченко, Б.В. Дзюбецький та ін. Дніпропетровськ : ТОВ «Роял Принт», 2011. 64.с.
28. Ганженко О. М. Вплив сортових особливостей та мінерального живлення на урожайність і вуглеводний склад цукрового сорго. О. М. Ганженко, Н. О. Григоренко, О. Б. Хіврич та ін. Цукрові буряки. 2011. №5. С.14-15.
29. Методичні рекомендації з вирощування і перероблення цукрового сорго як сировини для виробництва різних видів біопалива в різних ґрунтово-кліматичних зонах України. О. М. Ганженко, Л. А. Правдива, Я. Д. Фучило та ін. Київ : Компринт, 2020. 20 с. URL: <https://surl.li/gnwayf>

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Концентрації розчинів, рекомендованих для обприскування сорго

Мікроелемент	Сполука, яку використовують для підживлення	Кількість речовини на 1 літр води, грам
Цинк	Сірчаноокислий цинк	0,025-0,500
Марганець	Сірчаноокислий марганець	0,1-1,0
Кобальт	Сірчаноокислий кобальт	0,001-0,050
Нікель	Сірчаноокислий нікель	0,0005-0,0200
Бор	Бура	0,3-2,0
Бор	Борна кислота	0,1-1,5
Мідь	Сірчаноокисла мідь	0,2-0,5
Молібден	Молібденовоокислий амоній	0,1-0,5
Хром	Сірчаноокислий хром	0,0005-0,0100

Таблиця А.2 – Режим сушіння насіння сорго в бункерах активного вентилявання (до вологості 13%)

Початкова вологість насіння, %	Постачання повітря, м ³	Температура теплоносія, °С, не більше	Подовженість сушіння, годин
14-16	400	37-42	18-22
16-18	400-450	35-37	30-36
18-22	500 і більше	30-35	40-46

Таблиця А.3 – Режим сушіння товарного зерна

Вологість зерна, %	Пропуски зерна через сушилку	Тип сушилки					
		Шахтна		Барабанна		Пневматична	
		температура теплоносія, °С	температура нагрівателя, °С	температура теплоносія, °С	температура нагрівателя, °С	температура теплоносія, °С	температура нагрівателя, °С
18	1-й	120-140	55	180	55	250	60
25	2-й	110-130	50	140	50	350	65
25	3-й	120-140	55	180	55	-	-
32	1-й	110-120	50	150	55	300	60
32	2-й	130-140	55	200	55	400	65
32	3-й	140-150	55	-	-	-	-
36	1-й	120-130	50	160	55	350	65
36	2-й	130-140	55	200	55	450	65
36	3-й	150-160	55	-	-	-	-

Наукове видання

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ СОРГОВИХ КУЛЬТУР З ВИКОРИСТАННЯМ НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ЦІЛІ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Науково-практичні рекомендації

Укладачі: **Гамаюнова** Валентина Василівна
Хоненко Любов Григорівна
Корхова Маргарита Михайлівна
Манушкіна Тетяна Миколаївна
Миколайчук Віра Георгіївна
Федорчук Михайло Іванович
Бакланова Тетяна Вікторівна
Пилипенко Тетяна Василівна

Формат 60х84 1/16. Ум. друк. арк. 2,5
Тираж 100 прим. Зам. № ____

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.