

**Національна академія аграрних наук України
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків**

**ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЦУКРОВОГО
ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА ЗА СУМІСНОЇ СІВБИ
З ІНШИМИ КУЛЬТУРАМИ У СХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

Методичні рекомендації



Київ 2015

ВСТУП

Надзвичайно важливе значення сьогодні набуває створення дієвого механізму виробництва і споживання відновлюваних джерел енергії в Україні. У зв'язку з цим актуальним є використання енергії, накопичуваної рослинами в результаті їх фотосинтетичної діяльності. Найбільш поширеними у світі є кукурудза, цукровий буряк, сорго цукрове та інші сільськогосподарські культури. У нашій країні одним з альтернативних джерел для виробництва біопалива може бути сорго цукрове, яке сьогодні вирощується на зерно і зелену масу.

Стебла сорго цукрового після віджимання соку є цінною сировиною для виробництва висококалорійного твердого палива у вигляді гранул та брикетів, а також для виробництва біогазу. Вирощувати сорго економічно дуже вигідно, оскільки рентабельність культури складає 80-90 %.

З гектару посіву сорго цукрового можна отримати 90-100 т/га біомаси, що містить до 95 ГВт-год/га енергії, біоетанолу - 5000 л/га, біогазу, 60 % [1, 10].

На ріст, розвиток і продуктивність рослин сорго впливають два фактори: біологічні особливості сортів та гібридів і умов навколишнього середовища. Тому взаємозв'язок рослин і умов чинять вплив на формування кінцевого продукту - біомаси як в кількісному, так і якісному значеннях.

Продуктивність рослин сорго залежить від гідротермічних умов вегетаційного періоду та регіону вирощування [1]. При цьому важливе значення для формування його продуктивності мають сортові особливості та елементи агротехніки [5, 6, 10].

Однак за сучасної вартості засобів захисту, добрив та енергоносіїв економічно недоцільно вирощувати сорго цукрове як енергетичну культуру в чистих посівах. Попередні дослідження показали, що підвищення продуктивності сорго цукрового можливе за вирощування його в сумісних посівах з іншими культурами - кукурудзою, соєю [4], маточними буряками [1, 5].

Запропоновані рекомендації містять комплекс взаємопов'язаних теоретичних передумов і технологічних заходів, направлених на забезпечення максимальної продуктивності сорго цукрового за сумісної сівби з маточними буряками та максимальний вихід маточників буряків цукрових.

1. Необхідні умови вирощування сорго цукрового в сумісних посівах

1.1. Посіви сорго цукрового як біоенергетичної культури і за сумісної сівби слід розмішувати в регіоні, де сума опадів за рік становить 460-560 мм, в тому числі за вегетаційний період – 322-460 мм, запаси вологи в шарі 0-100 см весною – 150-180 мм, сума температур за період активної вегетації 2450-2800 °С, гідротермічний коефіцієнт (ГТК) – 0,8-1,3.

1.2. Технологічні заходи повинні бути направлені на одержання густоти стояння рослин сорго перед збиранням – 160-170 тис./га, урожайність зеленої маси – 60-70 т/га, вміст сухої речовини – 23-27 %, цукру – 16,8-17,5%.

1.3. Густота стояння маточних буряків перед збиранням повинна бути в межах 150-160 тис./га, вихід маточників – 110-130 тис./га масою 50-350 г.

1.4. Технологічні заходи повинні бути також направлені на вихід біоетанолу 2,44-2,63 т, твердого біопалива 13,3-14,3 т/га, енергії – 275-295 ГДж/га.

2. Теоретичні передумови сумісних посівів сільськогосподарських культур

Сумісна сівба двох культур вивчається давно і знаходить широке застосування в різних районах земної кулі. Встановлено, що такі посіви із біологічно сумісними компонентами є засобом не тільки збільшення збору основної та побічної продукції, але й підвищенням економічної ефективності в цілому.

Кожна рослина в ценозі виступає в ролі продуцента, донора фізіологічно активних речовин і їх споживача, акцептора або реципієнта. Відповідно до

цього А.М. Гродзинський виділяє аелопатичну активність, тобто здатність створювати прямим чи не прямим шляхом захисну біохімічну сферу і алопатичну толерантність або комплексну витривалість рослин до колінів (фізіологічно активних речовин, що виділяються вищими рослинами у середовищі і пригнічують інші види вищих рослин). Дослідження показали, що кореневі виділення інших сільськогосподарських культур, особливо кукурудзи, сорго сприяють розкладанню токсинів, що зменшує токсичність ґрунту. Використання цих закономірностей (алелопатична дія донора), сприяє підвищенню продуктивності обох культур [4].

Наші дослідження, проведені у 2005-2008 рр. в умовах Степу України (АР Крим), показали, що за сумісної сівби з маточниками цукрових буряків вихід зеленої маси сорго цукрового збільшується на 6,0-7,6 %, вміст сухої речовини - на 0,2-2,7 %, загальна цукристість – на 0,2-0,7 порівняно з чистою сівбою [1, 8].

Як за чистої, так і за сумісної сівби збільшення норми висіву сорго з 10-12 до 12-15 кг/га, густоти стояння з 130 до 200 тис./га також сприяло підвищенню виходу зеленої маси на 2,4-6,9 %, вмісту сухої речовини - на 2,4-2,7 %, загальної цукристості – на 0,4-0,5 %.

Розрахунки показали, що за врожайності зеленої маси цукрового сорго 50-60 т/га і вмісту цукру 15,0-15,7 % можна одержати 30-35 т соку, а з останнього – 60-65 % концентрації сироп для виробництва біоетанолу [9].

3. Біологічні особливості сорго цукрового

За способом використання культурні види сорго поділяються на чотири групи: сорго зернове, сорго цукрове, сорго віничне і сорго трав'янисте.

Сорго цукрове. Стебло відносно високе (230-250 см), має соковиту солодку серцевину. Вирощується для кормових цілей, а також для одержання з стебла цукру і патоки. Зерно пливчате або напівпливчате, волоть розлога.

Сорго – теплолюбива культура. Мінімальна температура проростання насіння +10-12°C, оптимальна +18-20°C. Сума середніх добових температур дорівнює залежно від сорту 2400-3500°C, а період вегетації становить 90-150 днів.

Цінною особливістю сорго є висока посухостійкість – транспіраційний коефіцієнт становить 150-200. Тому сорго дуже економно, високопродуктивно витрачає вологу на формування одиниці сухої маси (в декілька разів менше, ніж у таких традиційних кормових культур, як кукурудза, люцерна, соя, горох та інші). Ці властивості забезпечуються насамперед дуже розвинутою кореневою системою, яка проникає на глибину 2,0-3,0 м, в боки на 100-120 см та здатністю відбивати надмірну сонячну радіацію завдяки восковому шару на поверхні листя [2, 11].

На формування продуктивності агрофітоценозів сорго цукрового впливають насамперед біологічні особливості цієї культури, у розвитку рослин якої важливі два основних періоди: перший – поява сходів і формування вегетативних органів, другий – утворення генеративних органів [13, 11].

За вирощування сорго цукрового в сумісних посівах з маточними буряками спостерігається взаємний вплив на ріст і розвиток двох сільськогосподарських культур. На початку вегетації, коли в ґрунті є достатня кількість вологи та поживних речовин і кожна культура забезпечена в рівній кількості факторами зовнішнього середовища (сонячна радіація, температура), не спостерігається взаємного пригнічення одних рослин іншими. Тому тривалість появи сходів практично однакова як за одновидової сівби, так і за сумісної (табл. 3.1). Поява 3-4, 5-6 і 7-8 листка (період інтенсивного росту) також практично однакова за обох способів сівби і становила 4-11 днів за одновидової сівби і 4-10 днів за сумісної.

Наступні фази розвитку: вихід у трубку, стеблоутворення, викидання волоті, цвітіння, воскова і повна стиглість наступали в сумісних посівах пізніше, ніж в одновидових. Так, тривалість фази цвітіння за одновидової сівби становила 31 день, сумісної – 34 дні, повна стиглість – відповідно 10 і 12 днів.

13,6 %, у зеленій масі – 8,7 %, клітковині – 32,8 %, вміст цукру в соку стебла – 19,0 %.

Сорт Фаворит. Оригінатор - Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН. Виведений методом індивідуального добору з гібридної комбінації. Сорт характеризується стабільним високим урожаєм зеленої маси та насіння, стійкістю до вилягання та ураження сажкою. Середня урожайність сухої речовини за роки випробування на державних сортовипробувальних станціях становила 9,39 т/га, насіння - 3,28 т/га. В зерні міститься 5,9-6,1 % протеїну, вміст цукру в соку стебла 14,0%.

Гібрид Медовий. Оригінатор - Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН. Високоврожайний, дає 50-60 т/га листостеблової маси на богарі і до 100 т/га при зрошенні. Призначений як для одержання високоякісної силосної маси, так і соку та сиропу як дієтичного продукту. Вміст цукру в соку стебел 17-18 %. Середньостиглий, вегетаційний період до молочно-воскової стиглості зерна 100-105 днів.

Гібрид Довіста. Оригінатор - Інститут зернового господарства степової зони НААН, Синельниківська селекційно-дослідна станція ІЗГСЗ НААН. Напрямок використання – кормовий. Середньопізній, з вегетаційним періодом 120-130 днів. Урожайність 75-90 т/га, сухої речовини – 15-17 т/га. Вміст цукру в соку -12,8-15,6 %.

Гібрид Троїстий. Заявник – Інститут зернового господарства степової зони НААН. Середньостиглий, придатний до механізованого збирання. Сорт характеризується стійкістю до вилягання та ураження сажкою. Середня врожайність сухої речовини за роки випробування на державних сортовипробувальних станціях становила: Степ – 8,8 т/га, насіння – 46,2; Лісостеп – 8,4, насіння – 5,80 т/га. Вміст сирого протеїну – 9,0, клітковини – 27,5 %

Сорго-суданковий гібрид Чудовий БМР. Заявник ДП «Рейлінг». Ранній, високопродуктивний гібрид. Урожайність зеленої маси в умовах України 30-

70 т/га, зерна – до 3 т/га. Недозріле зерно не містить таніну, тому зелена маса повністю придатна для переробки на силос.

Силосне сорго Ss 506. Заявник — «Сингента Сідз С.А.С.».

Високоврожайний гібрид – потенціал урожайності становить 90-140 т/га силосу. Характеризується високою стабільністю врожаю та посухостійкістю, що дає змогу значно підвищити врожайність зеленої маси за сумісної сівби з іншою культурою.

5. Технологія вирощування сорго цукрового за сумісної сівби з іншими культурами

Розміщення в сівозміні. Сорго, як і інші просовидні культури, на початку вегетації росте дуже повільно і тому в цей період може пригнічуватись бур'янами. Тому посіви його розміщують у просапному полі, на площах чистих від бур'янів. Кращим попередником сорго є озимина, посіяна на чистих та зайнятих парах, однорічні трави, горох, кукурудза на зеленому кормі. Сорго в сівозміні є нелоганим попередником для ярих зернових.

Основний обробіток ґрунту. Його проводять з метою глибокого розпушування, ретельної заробки органічних і мінеральних добрив, поживних решток, створення умов для поліпшення водно-повітряного і поживного режимів та якісного проведення наступних польових робіт. Залежно від погодних умов, стану ґрунту та засміченості поля застосовують поліпшену і напівполіпшену систему обробітку ґрунту.

Поліпшений обробіток. На полях, де переважно багаторічні коренепаросткові бур'яни (осот, гірчак, березка польова та інші) проводять дворазове лушення стерні, перше – дисковими знаряддями на глибину 8-10 см, друге – після масової появи бур'янів лемішними знаряддями на глибину 12-14 см з боронуванням або коткуванням під глибоку зяблеву оранку.

У випадку значного забур'янення застосовують гербіцид суцільної дії Раундап або його аналоги (Ураган Форте 500 LS, в.р.к. – 2-4 л/га або суміш з Банвел 45 480 LS, в.р.к. – Ураган Форте (2 л/га) + Банвел 45 (0,5 л/га).

Напівпаровий обробіток. На полях, де трапляються переважно однорічні бур'яни (мишій сизий, куряче просо, лобода біла, щиреця, дика редька та ін.) проводять дискування стерні на глибину 6-8 см у два сліди, глибоку оранку на 30-32 см в серпні. В агрегаті з плугом у суху погоду, особливо при утворенні брил, пускають кільчасто-шпорові котки, а на вологих ґрунтах для якісної його розробки – борони. В міру потреби ріллю боронують і розпушують культиваторами.

Удобрення сорго. При середній урожайності зеленої маси 60-70 т/га сорго цукрове потребує азоту 85-90 кг, фосфору 75-80 і калію 135-160 кг/га. До цього слід додати, що сорго краще засвоює поживні речовини лише з розчинних форм. Щоб одержати високі врожаї його посіви розміщують після удобрених попередників, крім того, вносять органічні в нормі 20-30 т/га і мінеральні добрива $N_{85-100}P_{80-130}K_{125-160}$.

У дослідах Іваноївської ДСС найбільш висока енергетична продуктивність і загальний вихід енергії отримано з одного гектара сорго цукрового при внесенні добрив у нормі $N_{100}P_{80-130}K_{125-160}$. [3].

Ранньовесняний обробіток ґрунту. Включає закриття вологи, розпушування та вирівнювання ґрунту, яке проводять у період фізичної стиглості ґрунту, коли вологість його вища на 3-4 % від нижньої межі пластичності і він не пристає та подрібнюється без замочування робочих органів ґрунтообробних знарядь. Дві останні операції, як правило, поєднують в одну – комплексну.

Передпосівний обробіток ґрунту. Проводять одночасно із сівбою сорго і сумісної культури. Для передпосівного обробітку ґрунту використовуються культиватори з плоскорізними лапами (типу УСМК-5,4) та комбіновані агрегати (типу «Європак» і АРВ), щоб забезпечити формування щільного посівного ложе для насіння. Якщо ґрунт перед сівбою запідто пухкий і насіння

загортається глибоко, застосовують коткування під певеликим кутом до напрямку сівби.

Головною умовою передпосівного обробітку ґрунту є розпушення поверхневого шару до дрібногрудкуватого стану (фракційний ґрунтових часток розміром не менше 10 мм повинен бути 90%, 10-25 мм – 7%, 25-35 мм – менше 3%) на задану глибину, створення твердого насінневого ложа, знищення паростків і сходів бур'янів. [3].

Сівба сорго

Вимоги до якості насіння. Для отримання вирівняних сходів обох культур сівбу необхідно проводити насінням, що відповідає вимогам чинних стандартів, а саме схожість сорго цукрового в межах 80-85 %, буряків цукрових – однонасінного диплоїдного компонента – не менше 80%, багатонасінного тетраплоїдного – 75 %. Насіння обох культур повинно бути оброблене інсектицидами і фунгіцидами.

Характерною особливістю насіння сорго цукрового є надто повільне його проростання – період «сівба-сходи» триває 30-35 днів. Внаслідок цього знижується польова схожість на (15-20%), сходи з'являються неодноразомно і зріджені.

В Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків розроблено спосіб стимуляції насіння сорго цукрового під час передпосівної підготовки, що включає замочування насіння в композиції мікроелементів упродовж 24 годин у складі: цинк 0,05 % (0,7 л на 1 кг насіння), марганець 0,05% (0,7 л/кг), кобальт 0,05 % (0,7 л/га), бор 0,01 % (0,5 л/га), молібден 0,01 % (0,5 л/кг), вода 3 л/кг (Патент на корисну модель № 99121 від 25.05.2015 р.)

Запропонований спосіб стимуляції насіння сорго цукрового впроваджено на площі 5 га в дослідному господарстві Білоцерківської ДСС, в результаті отримано польову схожість насіння в межах 80-82 %, врожайність біомаси сорго цукрового підвищилась на 8-10% і рівень рентабельності культури – на 12,0-13,5 % порівняно з контролем.

Строки сівби. Строки сумісної сівби двох культур встановлюють згідно рекомендацій по вирощуванню сорго цукрового для даної зони. Для умов Східного Лісостепу оптимальними є третя декада квітня, перша-друга декади травня. При цьому потрібно витримати основні правила: 1) сіяти у вологий ґрунт; 2) коли температура на глибину загорання насіння становить + 12-15°C.

Способи сівби. Сумісну сівбу проводять механічними або пневматичними сівалками вітчизняного та іноземного виробництва (Мультикорн, Оптіма, Унісем, Глорія та ін.) з шириною міжрядь 45 см (в насінневі ємкості засипають насіння бур'яків, у тукові – насіння сорго).

Норма висіву насіння. Норму висіву насіння обох культур необхідно встановлювати диференційовано залежно від його схожості, очікуваної польової схожості тощо і з розрахунку на те, щоб одержати густоту стояння рослин сорго цукрового 180-200 тис./га і 10-14 рослин бур'яків цукрових на кожному метрі рядка.

Виходячи з заданих параметрів, орієнтовна норма висіву насіння сорго цукрового в перерахунку на масу насіння буде становити 10-15 кг/га, бур'яків цукрових: чоловічостерильного компонента – 22-24 плоди, батьківського – 18-20 клубочків на 1 м довжини рядка.

Глибина загорання насіння. Головною умовою при встановленні глибини загорання насіння є необхідність заробки його у вологий шар ґрунту. Тому враховують весняні погодні умови, зону вирощування тощо. Виходячи з цього, вона має бути в межах 3-5 см.

Догляд за посівами

Коткування посівів. За сухої весни при дуже розпушеному ґрунті проводять післяпосівне коткування кільчасто-шпоровими котками. Це дає змогу підвищити на 15-20 % польову схожість і одержати дружні і рівномірні сходи.

Досходове розпушування ґрунту. Залежно від тривалості проростання насіння бур'янів, забур'яненості поля, фізичного стану ґрунту на 4-5 день після

сівби проводять суцільне розпушування поверхневого шару ґрунту широкозахватними комбінованими агрегатами, укомплектованими зубовими боронами або ж культиваторами УСМК – 5,48, КоЗР – 5,4-0,1, обладнаними ротаційними робочими органами РБ-5,4 з прутковими роторами без шлейфів.

Розпушування ґрунту в міжряддях. Міжрядні розпушування проводять по мірі появи бур'янів. Перше розпушування проводять, як тільки зазначаються рядки, на глибину 5-6 см, через 7-10 днів – друге на глибину 7-8 см, і в фазі виходу в трубку третє – на глибину 4-5 см. Трикратна обробка міжрядь сприяє зниженню забур'яненості посівів сорго більш як у 2 рази.

Для розпушування ґрунту в міжряддях використовують культиватори типу УСМК -5,4 В, обладнані плоскорізними лапами з шириною захвату 150 мм, що встановлюються по дві на кожне міжряддя і на задану глибину, а також ротаційними батареями, що рухаються в міжряддях і в зоні рядка.

Більш якісне розпушування ґрунту з мінімальними захисними зонами рядків (не більше 8 см) досягається при використанні культиваторів КоРЗ – 5,-0,1 та КоРЗ-8,1-0,1.

На дуже ущільнених і забур'янених полях застосовують культиватор КФ-5,4 з активними побічними органами фрезерного типу, в зоні дії яких знищення бур'янів досягає 100%.

Підживлення рослин проводять у фазі двох пар справжніх листків у буряків (у сорго в цей період буде піхва третього-п'ятого листка) з розрахунку $N_{30-40}P_{30-40}K_{30-40}$ кг/га д.р. на глибину 8-12 см. Можливі агрегати для виконання операцій: МТЗ-82 (100)+ УСМК-5,4В або КРН-5,6 – 0,2.

Позакореневе підживлення проводять перед змиканням листків у міжряддях цукрових буряків (фаза інтенсивного росту рослин сорго). Можливі комбінації: карбамід 25 кг/га д.р., карбамід 25 кг/га д.р.+ хлористий калій 20 кг/га д.р., у ці розчини можна додавати мікроелементи, зокрема Реаком-Р-бурякове 5 л/га, Реастим – 5 л/га, Бор – 0,6 кг/га, цинк – 0,4 кг/га та ін. Позакореневе підживлення доцільно проводити в поєднанні із засобами

захисту рослин від хвороб. Норма робочого розчину при проведенні позакореневого підживлення наземним способом 250-300 л/га.

Хімічні способи захисту рослин від бур'янів. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків рекомендує дві системи захисту рослин у сумісних посівах сорго з буряками: комбіновану і посходову [12].

Комбінована система передбачає обов'язкове внесення в ґрунт гербіцидів, що діють у вологому ґрунті через кореневу систему, і проведення наступних обприскувань (два або три рази) сходів цукрових буряків.

Посходова система доцільна на полях з низьким рівнем потенційного засмічення орного шару в господарствах з високим рівнем землеробства і при високому технічному забезпеченні.

Ґрунтові препарати доцільно застосовувати до сівби або до появи сходів цукрових буряків. При виборі гербіцидів, які будуть внесені в ґрунт, перевагу треба надавати препаратам, що мають протидводольну спрямованість дії: Голтікс - 70 % к.е. і Пірамін Турбо - 52 % к.е., Гексилур - 80 % з.п. На площах, які мають потенційне засмічення, переважно однорічними злаковими бур'янами (види мишій, куряче просо та інші), можна застосовувати гербіциди Фронт'єр - 90 % або Дуал - 96 %.

Норми внесення ґрунтових гербіцидів залежать в першу чергу від ступеня забур'яненості, ґрунтово-кліматичних умов і можуть бути в межах: Голтікс - 70 % к.е. - 2,0-3,0 кг/га; Пірамін Турбо - 52 % к.е. - 2,0-5,0 л/га; Гексилур - 80 % з.п. - 0,8-1,2 кг/га; Фронт'єр - 90 % к.е. - 1,0-1,4 л/га; Дуал - 96 % к.е. - 1,6-2,5 л/га; Ептам 72 % к.е. - 3,0-4,0 л/га.

Післясходові обприскування у комбінованій і післясходовій системах захисту розпочинають при появі сходів бур'янів. Перше обприскування посівів по вегетуючих рослинах проводять у фазу сім'ядолей у рослин бур'янів. Рослини цукрових буряків у цей період вже утворюють розвинуті сім'ядолі (довжина сім'ядоліних листочків - 2 см).

Застосовують такі препарати, як: Бетанал Прогрес ОФ - 27 %, (норма внесення - 0,5-1,0 л/га) або Бетанал Прогрес АМ 18 % (1,0- 1,5 л/га), Бетанал АМ

16%, Матрикс 1,0-2,0 л/га). Якщо посіви забур'янені значною кількістю жабріїв, гірчака почечуйного та розлого і лободи, доцільно до бакової суміші додавати Пірамін Турбо або Голтікс (Бетанал Прогрес ОФ + - Голтікс [0,75 + 1,0 л/га]: Бетанал Прогрес ОФ + Пірамін Турбо (0,75 + 1,0-1,5 л/га)).

У зоні нестійкого зволоження доцільно посилити дію Бетаналу Прогрес ОФ внесенням Карібу (Бетанал Прогрес ОФ + Карібу + Тренд [0,75 л/га + 0,03 + 0,2 кг/га]).

Друге обприскування посівів проводять при появі нової хвилі сходів бур'янів (традиційно - через 7-8 днів). При появі нової хвилі сходів бур'янів, орієнтовно через 10-14 днів після другого обприскування, проводять третє післясходове внесення гербіцидів. Норми внесення препаратів максимальні (Бетанал Прогрес ОФ + Голтікс [1,0 + 1,5 л/га] або Бетанал Прогрес ОФ + Пірамін Турбо (1,0 + 1,5-2,0 л/га), або Бетанал Прогрес ОФ + Карібу + Тренд [1,0 л/га + 0,03 + 0,2 кг/га]).

Якщо поле забур'янене сходами однорічних злаків (різні види мишіїв, курячого проса та інших) у бакову суміш додають такі препарати, як: Центуріон (0,3 л/га), Тарга Супер (1,0 л/га), Фуроре Супер (1,0 л/га), Поаст (1,0 л/га), Пантера (1,0 л/га), Фюзілад Супер (1,0 л/га) і ін. Найвища ефективність цих препаратів - при внесенні їх у період, коли злакові бур'яни мають 3-4 листочки.

Боротьбу з пирієм повзучим або осотами краще проводити окремими заходами, локально обробляючи місця їх вегетації. Найчутливіша фаза у рослин пирію - 4-6 листочків. Обприскують препаратами: Центуріон (0,7-1,0 л/га), Тарга Супер (2,0-2,5 л/га), Поаст (2,0-2,5 л/га), Пантера (2,0-2,5 л/га), Фюзілад Супер (2,5-3,0 л/га) та інші. Місця, де вегетують осоти, обробляють Лонтрелом 300 (0,3-0,4 л/га) в період, коли бур'яни починають формувати генеративний пагін (висота - 8-11 см).

Захист від шкідників і хвороб [11, 12]. З метою збереження сходів рослин у сумісних посівах від ґрунтових та наземних шкідників для сівби використовують насіння, оброблене інсектицидами системної дії або їх

композицією. Насіння сорго повинно бути оброблено фунгіцидом Максим XL 035 FS т.к.с. для захисту сходів від хвороб, Круїзер 350 FS т.к.с. проти шкідників, у тому числі попелиці, а також антидотом Концепт III 960 EC, що дає можливість проводити обробіток посівів груповими гербіцидами на основі S-метолахлору.

Насіння цукрових буряків обробляють Фурадан 350 ST т.к.с., Круїзер FS 350, к.с., Гаучо, 70% з.п., Мангуст, 70 % з.п., Семафор 20 ST, т.к.с., Форс 200 SC.

Дані прийоми забезпечують захист молодих рослин від бурякової крихітки, довгоносиків, бурякових бляшок, дротяників та щитоносок певного періоду вегетації культур.

Інсектициди для поверхневого обробітку застосовують з урахуванням передбачених чи фактичних економічних порогів щільності (шкідливості) основних шкідників буряків. Перший обробіток проводять на початку появи сходів, коли небезпека пошкодження шкідниками найбільша. Необхідність в першому обробітку буває частіше всього на крайніх смугах шириною 40-100 м, так як бляшка і довгоносик спочатку заселяють краї посівів. При інтенсивних перельотах жуків і заселення ними всього поля, його обробляють інсектицидами суцільно.

Для знищення довгоносиків застосовують такі препарати: 60 % к.е. Базулін (1,5-2,0 л/га), 10% к.е. Фостак (0,2-0,25 л/га). При переважному заселенні посівів бляшкою використовують меншу із рекомендованих норм витрати інсектицидів на 30 %.

Хімічну боротьбу проти совок слід проводити коли гусениці знаходяться у 1-3 віці, так як гусениці старшого віку (4-5) надзвичайно стійкі до інсектицидів. Застосовують такі препарати: 40 % к.е. Бі - 58 (0,5-1,0 л/га), 35 % к.е. Золон (3,0-3,5 л/га), 50 % к.е. Сумітрон (0,6- 1,2 л/га).

У боротьбі з буряковою листовою попелицею, буряковою мінуючою мільою і іншими шкідниками застосовують: 40 % к.е. Бі - 58 (0,5-1,0 л/га), 50 %

к.е Сумітрон (0,6-1,2 л/га) і 25 % к.е., Антіо (0,6-1,2 л/га). Обробляють посіви по мірі необхідності впродовж вегетації.

Доцільність застосування засобів хімічної боротьби з хворобами цукрових буряків встановлюють за результатами відповідних прогнозів, аналізів даних про розподіл різних видів хвороб у попередні роки, результатів обстеження полів. На основі цього розробляється конкретна програма застосування фунгіцидів з урахуванням часу попередження періодів найбільшої шкідливості відповідних видів хвороб по періодах і фазах росту рослин.

Для захисту посівів від ураження церкоспорозом їх обробляють одним із препаратів (норма витрати у кг/л/га): Дерозал, 50 % к.е. (0,3 -0,4), Фундазол, 50 % з.п. (0,5-0,8), Ріас, 30 % к.е. (0,3), Хлорокис міді, 90 % з.п. (3,2-4,0), Імпакт, 12 % к.е. (1,0).

Проти пероноспорозу плантації обробляють 69% з.п. Акробат МЦ (2,0 л/га), 25 % з.п. Ридомілу (1,0 л/га), а проти борошнистої роси -40 % к.е. Альто 400 (0,2 л/га), 25 % з.п. Байлетон (0,6 л/га), 25 % к.е. Імпакт (0,25 л/га), у боротьбі з іржею буряки обробляють Байлетоном, 25 % з.п. (0,6 л/га) і 50 % з.п. (3,0 л/га), Скор, 25 % к.е. (0,4 л/га).

Внесення засобів захисту рослин проводиться штанговими обприскувачами з широким (15-30 м) захватом. Із вітчизняних машин на даний час найбільш зручним є ОП-2000, який переобладнано шліфінними розпилювачами і відсікаючими індивідуальними клапанами та фільтрами. З іноземних машин найбільш високоякісні обприскувачі фірм "РАУ" (Німеччина), "Харді" (Данія), "Страйкуй" (СІЛА) та інші. Оптимальна норма витрати робочої рідини при внесенні препаратів становить 300-400 л/га [10, 11].

Технологія збирання сумісних культур

Збір урожаю сорго цукрового для виробництва біопалива здійснюють у фазі молочно-воскової стиглості силосними комбайнами на високому зрізі (ДОН-680, Ягуар, ПН-450, Простор, Марал-125).

Сумісну культуру – буряки на насіннєві цілі за безвисадкового способу вирощування залишають в полі для перезимівлі, за висадкового – збирають в першій- другій декадах жовтня і зберігають у тимчасових або стаціонарних сховищах.

6. Економічна і енергетична ефективність вирощування сорго цукрового в сумісних посівах з іншою культурою

На основі проведених досліджень зроблено аналіз економічної та енергетичної оцінки вирощування сорго цукрового в сумісних посівах з буряками цукровими в Східному Лісостепу (табл. 6.1).

Розрахунок економічних показників показав, що загальні витрати на вирощування 1 га сорго цукрового в сумісних посівах варіюють від 6,7 до 8,7 тис. га. Собівартість однієї тони біомаси за врожайністю 80 т/га становить 7175,64 грн. За такої ціни прибуток з 1 га може складати 3-5 тис.грн., а рентабельність – 40-70 % [11].

Необхідність енергетичного аналізу зумовлена високими цінами на енергоносії, мінеральні добрива, гербіциди, інсектициди та фунгіциди. Так, 1 кг азотних добрив у перерахунку на 100% поживних речовин за витратами споживчої енергії дорівнює 61,74 МДж, фосфорних - 10,92 і калійних - 6,72 МДж; 1 кг гербіцидів - 348,99 МДж, фунгіцидів - 205,67 МДж; 1 т гною - 688,8 МДж. Енергетичний еквівалент 1 кг бензину становить 54,6 МДж, дизельного палива - 52,92, живої праці 1 людино-години - 12,0 МДж [7].

На величину витрат енергії значно впливають видовий та сортовий склад культур, їхнє співвідношення у структурі посівних площ, оптимальне розміщення культур у сівозмінах відповідно до ґрунтово-кліматичних умов регіону, раціональне використання органічних і мінеральних добрив.

Проводячи енергетичну оцінку вирощування сорго цукрового в сумісних посівах з буряками, витрати сукупної енергії на одиницю площі визначали за технологічними картами в умовах Східного Лісостепу України, які групували й

аналізували за такими статтями: добрива, пально-мастильні матеріали, механізовані й ручні роботи та ін.

Показником ефективності використання енергії є коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee}) - відношення різниці між відтворною енергією (енергоємність врожаю) і спожитою.

Розрахунок показав, вихід енергії з 1 га сумісного посіву становив 427,79 ГДж, витрати – 162,56 ГДж, K_{ee} - 2,63. (див. табл. 6.1).

Таблиця 6.1. Розрахунок економічної ефективності вирощування сорго цукрового для виробництва біопалива, 2014 рік

№ п/п	Технологічні операції	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Вартість, грн.	Сума витрат, грн.
1	Лущення стерні на 6-8 см	га	1	-	36,72
2	Дискування на глибину 12-15 см		1		54,31
3	Навантаження міңдобрив	т	1,5		21,03
4	Транспортування і внесення міңдобрив	га	1	247,5	2472,50
5	Оранка на глибину 30 см	га	1		190,62
6	Ранньовесняне боронування	га	1		16,91
7	Культивация	га	1		54,08
8	Навантаження міңдобрив	т	0,54		7,57
9	Транспортування і внесення міңдобрив	га	1	89,10	678,22
10	Передпосівна культивация з коткуванням	га	1		81,33
11	Навантаження насіння	т	0,01+0,3		32,16
12	Транспортування насіння	т	0,01		40,64
13	Сівба (сорго+бураки)	га	1	11,20+900,0	1875,16
14	Коткування	га	1		23,31
15	Досходове боронування	га	1		43,25
16	Міждрядна культивация з підживленням	га	1	89,1	171,98
17	Внесення гербіцидів	га	1		401,57
18	Внесення інсектицидів	га	1		145,4
19	Збирання сорго	га	1		364,82
20	Транспортування біомаси	т	80		2020,84
	Загальні витрати, грн.	га	1		8732,3
	Виручка від реалізації продукції, грн.	га	1		12000,0
	Прибуток, грн.	га	1		3267,7
	Рентабельність	%	1		37,4
	Вихід енергії	ГДж	1		427,79
	Енергетичні витрати	ГДж	1		162,56
	K_{ee}				2,63