

**Міністерство освіти і науки України  
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»  
Департамент агропромислового розвитку Херсонської обласної  
державної адміністрації**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ  
З ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ТА  
ПЕРЕРОБКИ СОРГО ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В ЯКОСТІ  
АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ**



Херсон – 2017

Друкується за рішенням Вченої ради ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» (протокол №6 від 23 грудня 2016 р.)

Рекомендації підготовлені за результатами досліджень з виконання ПНД Міністерства освіти і науки України за напрямом «Агропромисловий комплекс, лісове і садово-паркове господарство, ветеринарія», секція 7 «Теорія і практика збільшення кількості і покращання якості рослинних (сільськогосподарських, харчових, фармацевтичних тощо) біоресурсів та забезпечення сталого природокористування», піднапрямок секції: 7.4 «Розроблення ресурсозберігаючих, біо- та нанотехнологій; екобезпечне, раціональне використання біоресурсів та виробництво органічної продукції рослинництва»

**Матеріали підготували:**

**Колектив авторів – Федорчук М.І., Каленська С.М., Рахметов Д.Б., Коковіхін С.В., Федорчук Є.М., Поливода О.М., Федорчук В.Г., Коваленко О.А.**

© ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», 2017 р.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. БОТАНІКО-БІОЛОГІЧНА ТА АГРОЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СОРГО.....	5
2. ВИМОГИ ДО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.....	6
2.1. Ґрунти. Попередники.....	6
2.2. Обробіток ґрунту.....	7
2.3. Внесення добрив.....	7
2.4. Підготування насіння до сівби.....	8
2.5. Сівба.....	8
2.6. Догляд за посівами.....	9
2.7. Збирання врожаю.....	10
2.8. Післязбиральна доробка вороху і насіння.....	10
2.9. Зберігання.....	11
3. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ВИКОНАНИХ РОБІТ.....	11
4. ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ РОБІТ.....	13
5. ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБКИ СОРГО ЦУКРОВОГО НА БІОЕТАНОЛ.....	15
ДОДАТКИ.....	17
ЛІТЕРАТУРА.....	18

## ВСТУП

В останні десятиліття в світі все більше уваги приділяють пошуку шляхів використання енергоресурсів, які одержують з поновлюваної енергії, особливо, шляхом використання рослинницької сировини. Перш за все це пов'язано з очікуваним значним подорожчанням викопних джерел енергії і загрозою вичерпання їх запасів. Вважається, що у найближчій перспективі частка біопалива в загальних витратах пального становитиме до 10 % з подальшим зростанням. Разом з тим сучасна енергетика України значною мірою базується на імпорті енергетичної сировини – нафти, газу, бензину, ціна на які постійно зростає.

Виробництво біологічних видів палива – біоетанолу, біодизелю, біогазу тощо є пріоритетним напрямом у сучасному світовому виробництві моторного палива. За даними світових експертів, у світі (2011 р.) налічувалось 575 заводів із виробництва етанолу загальною потужністю 80,6 млн. тонн. Завдяки додаванню біоетанолу до бензину, економія нафти у 2010 році, становила 50,7 млн тонн, що дорівнює річному споживанню її в Нідерландах і Польщі разом узятих. Найбільшими виробниками біоетанолу у світі є: США – 54,3%, Бразилія – 33,7, Китай – 2,8, Канада – 1,8, інші країни – 7,4%.

Згідно прогнозу Міжнародного Енергетичного Агентства очікуємий обсяг виробництва біоетанолу в світі у 2020 р. за оптимістичним прогнозом буде складати 281,5 млрд л, за песимістичним – 187,5 млрд літрів. Обсяг світової торгівлі становитиме близько 10% від загального світового обсягу виробництва. Лідерами виробництва будуть США та Бразилія. У теперішній час, у структурі енергетичного балансу України, переважають традиційні види палива, зокрема імпортовані нафтопродукти, що негативно впливає на рівень енергетичної безпеки держави, конкурентоспроможність вітчизняної продукції та стан навколишнього природного середовища.

Сорго цукрове – добра біологічна сировина для одержання етанолу. Якщо побудувати завод, що буде переробляти зелену масу сорго на сироп, потім – на етанол і вуглекислий газ, а корисні відходи (близько 70%) використовувати для годівлі тварин, зерно ж використовувати як насінний матеріал, то можна отримати значні економічні прибутки та вирішити багато господарських, транспортних і промислових проблем. З 1 т зерна сорго можна одержати 650-700 кг крохмалю, або 300-350 л спирту, що на 35 л більше, ніж з 1 т кукурудзи. Розрахунки показують, що наявні сорти цукрового сорго можуть забезпечити виробництво цукру на рівні 28-30 ц/га на незрошуваних землях і 45-50 ц/га – на зрошуваних. У зв'язку з тим, що цукрові буряки на півдні України практично не вирощують, то сорго може значно поповнити цукрові запаси. Так, із площі 100 га цукрового сорго (із середньою врожайністю зеленої маси 300 ц/га і 18% цукристістю) можна одержати понад 200 т цукру.

Згідно досліджень американських вчених виробництво етанолу з цукрового сорго є менш коштовним і вимагає менше етапів, ніж його виробництво з кукурудзи. Ця рослина містить прості цукри і може використовуватись безпосередньо для ферментативного виробництва етанолу,

без необхідності перетворення крохмалю в цукор до бродіння, що економить енергію та кошти. Сорго також відоме низькими витратами з технології його вирощування. Ця культура може рости на ґрунтах з низьким рівнем родючості, вона не вимагає великої кількості добрив і має потребу лише у мінімальній кількості води – наполовину з того, що необхідно для вирощування цукрового буряку або в три рази менше, ніж необхідно для кукурудзи. Сорго цукрове добре росте майже у всіх районах світу з помірним кліматом, дозріває за 90-120 днів, що набагато менше, ніж у цукрового очерету, який дозріває за 12-14 місяців. Крім того, виробництво галона етанолу з сорго цукрового коштує \$ 1,74, порівняно з \$ 2,19 для цукрового очерету і \$ 2,12 для кукурудзи.

У біоенергетиці існує три напрями використання цукрового сорго: виробництво біоетанолу, твердого палива (брикети, пелети та ін.) і біогазу. Вихід біоетанолу залежить від вмісту цукру в соку. Залежно від сортових особливостей і фази збирання в соку сорго може міститися до 8-20% цукру. При середній врожайності зеленої маси 40 т/га можна одержати 6-12 т спирту з 1 га і 12-15 т побічної продукції, які можуть бути використані в кормовиробництві або як тверде паливо.

Сорго з успіхом може вирощуватися на землях з незадовільним еколого-меліоративним станом, а також на територіях сільськогосподарського призначення, де спостерігається забруднення ґрунту в результаті господарської діяльності підприємств із здобичі й переробки корисних копалин. Вирощування сільгосппродукції поблизу таких промислових підприємств стає неможливим. Найбільш доцільно з наукової точки зору за такої ситуації створити біоенергетичну сівозміну, в якій центральне місце відводиться цукровому сорго. До того ж в таких умовах не виникає суперечок щодо розподілу земель під виробництво зерна і вирощування сировини для біоенергетики. При такому підході не потрібно відривати площі, зайняті під зерновими, на вирощування біоенергетичних культур. Більш того, завдяки вирощуванню сорго забруднені землі через певний проміжок часу стануть придатними для вирощування зернових.

Для виробництва етанолу необхідне використовувати сучасні сорти й гібриди сорго з високою посухостійкістю, високоврожайних, низькорослих, солевитривалих з високим вмістом цукрів та, особливо, моноцукрів.

## **1. БОТАНІКО-БІОЛОГІЧНА ТА АГРОЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СОРГО**

Сорго цукрове (*Sorghum saccharatum* Pers.) відноситься до роду *Sorghum* (L.), *Moench.* – сорго, родини злакові (*Poaceae* Bernh.) і включає 60-70 видів оброблюваного сорго і групу напівдиких і диких рослин. У сільськогосподарській практиці найціннішим є однорічне культурне сорго, що підрозділяється на зернове, цукрове, вінничне і трав'янисте (суданська трава). До сорго цукрового відносяться велике число різновидів, що характеризуються тим, що у них (на відміну від зернового і вінничного

сорго) в соку стебла міститься від 10 до 20% і більш цукрів. У природі не існує іншої рослини, яка могла б так швидко синтезувати сахарозу.

Рослина цукрового сорго є високорослим кущем (до 200-350 см) з соковитими стеблами (до 60% від загальної маси). Середня врожайність стебел сорго – 20-30 т/га.

Сорго – рослина короткого дня. Відноситься до теплолюбних культур. Мінімальна температура для проростання насіння 8-9°C, дружні сходи з'являються при 13-15°C на глибині закладення насіння. Оптимальна температура для проростання насіння 20-25°C. При пониженні температури до мінус 2-3°C сходи гинуть. Сума ефективних 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 листя сорго під час посухи ущільнюються та приймають вертикальне положення.

Сорго перевершує кукурудзу за врожайністю зеленої маси, а іноді і зерна при вирощуванні без зрошення в районах з річною кількістю опадів менше 500 мм (наприклад, у Південному Степу України). Для набухання і проростання насіння сорго потребує 35% води від маси насіння, кукурудза – 40, а пшениця – 55-60%. Сорго – рослина перехреснозапилна, проте у нього може також проявлятися і самозапилення (до 30%).

## **2. ВИМОГИ ДО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ**

### **2.1. Ґрунти. Попередники**

Сорго цукрове 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 висівають 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, бобові культури, кукурудза на силос, баштанні.

Цукрові буряки, просо і соняшник є поганими 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.

Сорго є добрим попередником для всіх ярих зернових культур, а при належній агротехніці і для озимих колосових.

## 2.2. Обробіток ґрунту

Обробітку ґрунту під посів сорго цукрового відповідно до вимог ДСТУ Обробіток ґрунту основний. Загальні вимоги.

Під час передпосівного обробітку ґрунту вирівнюють поверхню поля та ущільнюють ложе, що забезпечує рівномірне загортання насіння на задану глибину від 4 см до 6 см. Передпосівний обробіток ґрунту починають весною боронуванням (закриття вологи) при настанні фізичної стиглості ґрунту, яке проводять під кутом 45° до напрямку оранки коли верхній шар ґрунту в зоні гребенів стає сірим, легко кришиться і не прилипає до робочих органів машини.

Після ранньовесняного боронування, залежно від ступеня забур'яненості і ущільнення ґрунту, проводять від 1 до 3 допосівні культивації. Першу на глибину від 10 до 12 см, другу від 8 до 10 см, передпосівну на глибину загортання насіння від 4 до 6 см.

За наявності в посівному шарі ґрунту насіння бур'янів поєднують першу культивацію з прикочуванням, для активізації проростання бур'янів, які в подальшому знищуються передпосівною культивацією.

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

При проведенні основного та передпосівного обробітку необхідно дотримуватись встановлених агротехнічних вимог згідно з розділом 4 (табл. 1).

## 2.3. Внесення добрив

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

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

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

$U$  – 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/см<sup>3</sup>;

$H$  – глибина орного шару ґрунту, см;

$\Gamma$  – використання елемента живлення із ґрунту, %;

$E$  – вміст елемента живлення в добриві, %;

$D$  – використання елемента живлення із добрива, %.

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».

Мікроелементи під сорго вносять шляхом застосування мінеральних добрив, збагачених мікроелементами, передпосівною обробкою насіння, або в за допомогою позакореневих підживлень у період вегетатції.

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

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

#### **2.4. Підготування насіння до сівби**

Сівбу сорго цукрового проводять насінням зареєстрованих та перспективних сортів і 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.

Посівні якості насіння визначають згідно з ДСТУ 4138.

Для знезараження насіння від шкідників і збудників хвороб його протруюють препаратами в нормах, згідно з «Переліком пестицидів та агрохімікатів, дозволених для використання в Україні» на відповідних машинах-протруювачах.

В день сівби насіння інокулюють бактеріальними препаратами згідно норм і умов, зазначених в інструкції, та обробляють рістрегулюючими препаратами і мікроелементами.

Насіння, протруєне ртутновмістимими препаратами, інокулювати недоцільно, це пов'язано з його токсичністю для азотфіксуючих бактерій (АФБ).

#### **2.5. Сівба**

Строки і способи сівби сорго визначають з урахуванням біологічних особливостей рослин та ґрунтово-кліматичних умов (тип ґрунту, його вологість і температура на глибині 10 см).

На півдні України оптимальні строки сівби настають у період з 5 до 15 травня.

Висівають культуру рядковим способом з шириною міжрядь 45 см і 70 см.

Норма висіву сорго залежить від біологічних особливостей сорта чи гібриду, посівних якостей насіння, природнокліматичної зони вирощування, вологості ґрунту та строку і способу сівби.

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 посівну норму за масою (кг) визначають за формулою (3):

$$N_m = \frac{H \cdot Q}{ПП}, \quad (3)$$

де  $N_m$  – посівна норма за масою, кг/га;

$H$  – рекомендована норма висівання тисяч схожих насінин на 1 га;

$Q$  – маса 1000 шт. насінин, г;

ПП – посівна придатність насіння, %.

Оптимальна густина посіву сорго в неполивних умовах на час збирання рекомендується: для низькорослих ранньостиглих сортів і гібридів від 150 до 200 тисяч рослин на 1 га, а для пізньостиглих високорослих – від 90 до 120 тисяч рослин на 1 га.

Глибина сівби насіння сорго – оптимальна від 4 до 6 см, допустима за умов недостатнього вмісту ґрунтової вологи – від 7 до 8 см.

## 2.6. Догляд за посівами

Після сівби насіння сорго обов'язковим агрозаходом є післяпосівне прикочування ґрунту.

При виникненні ґрунтової кірки необхідно провести боронування.

Боротьбу з багаторічними кореневищними і коренепаростковими бур'янами проводять на попередніх культурах згідно із рекомендаціями.

Для боротьби з бур'янами застосовують гербіциди за нормами та в термін згідно з прийнятими рекомендаціями та «Переліку пестицидів і агрохімікатів дозволених для використання в Україні».

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 час внесення.

Вносити розчин препарату рекомендованого гербіциду слід методом обприскування ґрунту, або вегетуючих рослин.

Норма витрати ґрунтових гербіцидів залежить від механічного складу ґрунту та вмісту в ньому гумусу. Не допускається застосування гербіцидів при вмісті гумусу менше ніж 1,5%.

Гербіциди контактної дії слід вносити по вегетуючих бур'янах або їх сходах, при відсутності опадів та за температури повітря не вище ніж 25°C і не нижче ніж 12°C.

Обробку пестицидами посівів сорго від хвороб (бактеріальна плямистість, штрихуватий бактеріоз, іржа, гелмінтоспоріоз, аскохітоз, антракноз, склероспороз) і шкідників (злакові попелиці, стебловий (кукурудзяний) метелик, совки, дротяники, псевдодротяники) проводять згідно з чинним «Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання в Україні».

Рішення щодо необхідності застосування хімічних препаратів приймають з урахуванням фітосанітарного стану посівів та порівнювальної оцінки фактичної чисельності шкідників з кількістю, яка становить економічний поріг

шкодочинності (ЕПШ).

Засоби щодо запобігання поширенню шкідників та хвороб передбачають:

- проведення спостереження за посівами;
- дотримання правильного чергування культур;
- своєчасне проведення обробітку ґрунту, збирання врожаю;
- добір сортів і гібридів сорго цукрового стійких до ураження поширеними шкідниками та хворобами.

## **2.7. Збирання врожаю**

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.

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 насінневі цілі.

При підвищенні вологості зерна застосовують однофазне збирання з попередньою десикацією посівів препаратами згідно з “Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання в Україні”.

Збирання насінників 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.

Збирання насінників сорго доцільно починати не раніше воскової стиглості зерна.

Технології збирання товарних посівів обирають залежно від погодних умов.

З метою зменшення втрат волотей при збиранні, на планки ексцентрикового мотовила жатки прикріплюють прогумовану смужку шириною 100 мм.

Швидкість обертів молотильного барабана встановлюють від 500 об./хв. до 600 об./хв.

## **2.8. Післязбиральна доробка вороху і насіння**

Ворох, що надходить від комбайна, очищують на вітроочісних машинах від листостеблової маси.

Вологе насіння підсушують шляхом вентилявання як підігрітим, так і не підігрітим повітрям до вологості не вище ніж 13 %.

Орієнтовна схема сушіння насіння наведена в додатку А.2.

При сушінні товарного зерна застосовують ступінчатий режим. Режим сушіння залежить від типу сушарок і вологості зерна (додаток А.3).

Насінневий матеріал за посівними якостями повинен відповідати вимогам ДСТУ. Насіння зернових, зернобобових, і круп'яних культур.

## 2.9. Зберігання

Насіння сорго цукрового зберігають за вологістю не більше 13 % у знезаражених добре провітрюваних приміщеннях у мішках або насипом.

Очищене насіння сорго, доведене до кондиційної вологості, рекомендовано затарювати в мішки масою 50 кг.

Мішки штабелюють на дощатих піддонах. Висота штабелю не більше 5 мішків, ширина 2,5 м.

У разі зберігання насипом товщина шару насіння повинна бути не більше 1,5 м.

Контроль за зберіганням здійснюють згідно з ДСТУ\*) Насіння сільськогосподарських культур. Вимоги до зберігання.

## 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 по діагоналі ділянки.

Рівномірність глибини обробітку ґрунту встановлюють за формулою (4):

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

де  $E$  – рівномірність глибини обробітку ґрунту, %;

$K$  – найбільше відхилення фактичної глибини від заданої, см;

$H$  – задана глибина, см.

Брилистість поверхні ґрунту визначають по діагоналі 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 м<sup>2</sup> по діагоналі 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 (А) 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 С – фактична доза внесення добрив, кг/га;

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

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

В – ширина захвату агрегату, м.

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

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

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

А – норма внесення фізичних туків, кг/га;

С – фактична доза внесення добрив, кг/га.

Рівномірність внесення добрив (Е) визначають за найбільшим відхиленням (К) 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 при нормі 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
<b>1. Післязбиральне луцення</b>			
1.1. Глибина обробітку ґрунту, см	норма	8-10	1,0
	відхилення	7-11	0,9
		6-12	0,8
		понад 2,0	0
1.2. Вирівняність (середня висота гребенів), 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
<b>2. Внесення добрив</b>			
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
<b>3. Оранка</b>			
3.1. Нерівномірність обробляння 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

Перелік контрольованих показників	Рівень якості виконання операцій	Коефіцієнт якості
	понад 20,0	0
<b>4. Внесення пестицидів</b>		
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
	понад 15,0	0
<b>5. Передпосівне культивування</b>		
5.1. Відхилення від заданої глибини обробляння, 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
<b>6. Сівба</b>		
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
<b>7. Догляд за посівами</b>		
7.1. Ступінь механічного пошкодження рослин, %	пошкоджень немає	1,0
	до 0,3	0,9
7.2. Знищення бур'янів, %	90-100%	1,0

Перелік контрольованих показників	Рівень якості виконання операцій	Коефіцієнт якості
	менше 70%	0
<b>8. Збирання</b>		
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

## 5. ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБКИ СОРГО ЦУКРОВОГО НА БІОЕТАНОЛ

Для досягнення зменшення залежності від імпорту енергоносіїв, поліпшення екологічної обстановки, зменшення викидів вуглекислого газу, і згідно вимогам Киотського протоколу, в Україні була прийнята державна Програма «Етанол» і з 1999 року в нашій країні почалося промислове виробництво етанолу. Властивість біоетанолу збільшувати октанове число дозволяє використовувати для сумішей дешевий низькооктановий бензин, і, що не менше важливе, виключити вживання отруйних антидетонаторів, таких як тетраетил-свинець, бензол, толуол тощо. При цьому значно зменшується токсичність вихлопних газів. Вміст вуглеводів у вихлопі зменшується на 4,5%, оксиду азоту – на 5,7%, окислів вуглецю – на 26,3% порівняно з чистим нафтовим бензином.

Технології і нормативно-технічну документацію з виробництва біоетанолу в Україні були розроблені в УкрНДІспиртбіопрод. Найвідомішим виробником обладнання для виробництва біоетанолу є ВАО «Ніжинський механічний завод», який має необхідну технічну документацію. На цьому підприємстві виготовляється устаткування, яке дозволяє одержувати біоетанол за двома методами:

1. Метод утворення потрійних нероздільнокип'ячих (азеотропних) сумішей.

2. Метод отримання біоетанолу за допомогою адсорбції води молекулярними ситами.

Найчастіше біоетанол одержують шляхом зброджуванням цукру за технологією, яка використовується у виробництві пива й харчового спирту. Крохмаль із зерна за допомогою ферментів перетворюють на прості цукри. Потім ці або природні цукри (з цукрового буряка, цукрового очерету або сорго цукрового) зброджують дріжджами у брагу, тобто суміш спирту, води і незброджених залишків. Етанол відділяють від браги в дистиляційних колонах

і додатково очищають в колонах ректифікацій, на виході яких одержують суміш етанолу з водою. На етапі обезводнення з цієї суміші видаляють залишки води, і одержують безводний біоетанол, який можна змішувати з бензином як окислювач і високооктановий компонент.

Для виробництва біоетанолу розрізняються такі етапи:

1) *Подрібнення та підготовка сировини.* Сировина складає істотну частину собівартості біоетанолу. Рівномірне подрібнення зерна прискорює переробку, знижує собівартість і підвищує вихід кінцевого продукту. На етапі підготовки з сировини також відокремлюють компоненти, які не використовуються при отриманні біоетанолу, але є сировиною для виробництва інших продуктів. Наприклад, за допомогою мокрої помелу з сировини одержують крохмаль А і В. Крохмаль А переробляється в глюкозу й інші цукристі речовини, а крохмаль В служить сировиною для виробництва біоетанолу.

2) *Зріджування, оцукрювання і зброджування.* Зрідження і оцукрювання – це перетворення поліцукрів крохмалю в зброджувані моноцукри. Зрідження починається із затирання, тобто додавання в борошно теплої води з отриманням суспензії. Альфа-амілаза розщеплює молекули крохмалю (цей процес називається гідролізом), перетворюючи крохмаль в мальтодекстрин, тобто розчин олігоцукрів. Цей гідролізований крохмаль піддається подальшій переробці – оцукрюванню, в ході якої глюкоамілазні ферменти в умовах регульованої температури і рН перетворюють декстрин на придатну для зброджування глюкозу. Частина оцукреного суслу відбирається і подається в дріжджовий генератор. Оцукрене сусло змішується із закваскою в бродильному апараті. Перемішування забезпечує оптимальний контакт дріжджів із цукрами, а регулювання температури і вміст поживних речовин підтримує необхідну швидкість зброджування. Дріжджі перетворюють молекули глюкози в 2 молекули етанолу і 2 молекули вуглекислого газу.

3) *Дистиляція і ректифікація.* Дистиляція починається з бражної колони. Тут з продуктів бродіння (браги) відганяється суміш етанолу й води. Подальше очищення відбувається в колоні ректифікації, де спирт максимально звільняється від води і склад пари наближається до азеотропної точки.

4) *Обезводнення і очищення етанолу.* Щоб одержати паливний етанол, із спирту-сирцю вимагається видалити воду. Воду можна видаляти за допомогою молекулярних сит, дифузійного випаровування через мембрану або азеотропної перегонкою з розділяючими агентами.

5) *Використовування відходів.* Відходам виробництва біоетанолу знаходиться широке вживання. Частіше за все з них проводять висушену дробину з розчинними речовинами барди, - багатий білками і живильними речовинами корм для КРС, свиней і птаха. Також одержану біомасу можна використовувати як паливо для виробництва електричної і теплової енергії або як сировина для вироблення іншого біопалива - Метану.



## 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 <sup>3</sup>	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 нагрівача, °С	температура теплоносія, °С	температура нагрівача, °С	температура теплоносія, °С	температура нагрівача, °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	-	-	-	-

## ЛІТЕРАТУРА

1. Алабушев А.В. Сорго (селекция, семеноводство, технология, экономика) / Алабушев А.В., Анипенко А.Н., Гурский Н.Г. и др. – Ростов-на-Дону: Книга, 2003. – 368 с.
2. Альтернативное использование продуктов переработки и сельскохозяйственных отходов для экономического производства топливных гранул (пеллет из биомассы): эффективное использование в условиях Украины (Scopus) - журнал «Canadian Journal of Agricultural Economics» (Канада, США)
3. Андрійчук В.Г. Економіка аграрних підприємств / В.Г. Андрійчук. – К. : КНЕУ, 2002. – 624 с.
4. Биоэнергетика как инструмент обеспечения устойчивого развития инновационной экономики Украины (Scopus) – журнал «Growth and competitiveness factors» (Польша, Варшава)
5. Білозор Л.В. Особливості формування ринку інноваційної продукції в аграрній сфері / Л.В. Білозор // Економіка АПК. – 2005. - №2. – С.106-111.
6. Борисова В.А. Економіко-екологічні засади аграрного землекористування / В.А. Борисова // Економіка АПК. – 2001. - № 7. – С.16-22.
7. Бузовський Є.А. Нетрадиційні поновлювальні джерела енергії. Навчально-методичний посібник/ Є.А. Бузовський. – К.: ННІ ПО НАУ, 2007. –21.
8. Титко Р. Відновлювальні джерела енергії (досвід Польщі для України) : посібник / Р. Титко, В. Калініченко. – Варшава: OWG, 2010. – 533 с.
9. Вітков М.С. До теоретичних і методологічних засад інтенсифікації аграрного виробництва / М.С. Вітков // Економіка АПК. – 2004. - №11. – С.33.
10. Гавриш В.І. Обґрунтування стратегії щодо використання рослинної сировини для виробництва дизельного біопалива // Економіка АПК. – № 12. – 2007.– С.28-35.
11. Гавриш В.І. Формування цін на пальне рослинного походження // Економіка АПК. - 2006. - №12. - С.93-99.
12. Ганженко О.М., Григоренко Н.О., Хіврич О.Б., Марчук О.О., Герасименко Л.А. Вплив сортових особливостей та мінерального живлення на урожайність та вуглеводний склад цукрового сорго // Цукрові буряки. – 2011. – № 5. – С. 14-16.
13. Горпиниченко С.И. Перспективы производства биоэта-нола из сорго / С.И.Горпиниченко, В.В. Ковтунов // Зерновое хозяйство России. – 2009. – № 4. – С. 27-33.
14. Данилишин Б. Науково-інноваційне забезпечення сталого економічного розвитку України / Б. Данилишин, В. Чижова // Економіка України. – 2004. - №3.- С.4-11.
15. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні. – К., 2015. – 229 с.
16. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні. – Київ., 2008. – 229 с.

17. Дишлюк С.М. Світові тенденції виробництва олійних культур та перспективи використання біодизеля // Економіка АПК.- 2008. - №1. – С. 145-150.

18. Дубровін В.О., Мельничук М.Д., Конеченков А.Є., Драгнєв С.В. Енергетичний гектар України // Посібник Українського хлібороба / Міністерство аграрної політики України. – 2007. - С. 218 – 227.

19. Жуйков Г.Є. Порівняльна економіко-енергетична оцінка вирощування основних с.-г. культур на Півдні України / Г.Є. Жуйков, О.М. Димов // Вісник аграрної науки південного регіону. - 2000. - № 2. – С. 85-89.

20. Жукова М.П. Выбор и обоснование элементов технологии возделывания сорго / М.П. Жукова, П.П. Гончар-Зайкин // Кормопроизводство.– 2002. – №4. – С. 22-24.

21. Жученко А.А. Адаптационный потенциал культурных растений (эколог-генетические основы). –Кишинев: Штиинца, 1999, – 768 с.

22. Забарний Г.М., Шурчков А.В. Енергетичний потенціал нетрадиційних джерел енергії України. – К.: ПТФ НАНУ, 2002. – 211 с.

23. Зінченко О.І. Рослинництво / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.

24. Кабак О.О. Актуальні проблеми використання біоенергетичних ресурсів в АПК України / О.О. Кабак // Вісник Житомирського державного технологічного університету. / Економічні науки. – 2013. – № 55. – С. 202 – 209.

25. Кабак О.О. Аналіз потенціалу альтернативної енергетики в Миколаївській області / О.О. Кабак // Матеріали регіональної науково-практичної конференції професорсько-викладацького складу (Миколаїв, 18 – 20 квітня 2012 р.) / М-во аграрної політики та продовольства України, Миколаївський національний аграрний університет, 2012. – С. 111-113.

26. Кабак О.О. Биоэкономика как перспектива инновационного развития страны / О.О. Кабак // Актуальные проблемы управления экономики: теория и практика (Воронеж, 12-13 сентября 2013 г.). – Воронеж, 2013. – С.181-183.

27. Кабак О.О. Еколого-енергетичний аналіз вирощування біоенергетичних культур / О.О. Кабак // Нові технології вирощування сільськогосподарських енергетичних культур (Київ, 14-16 грудня 2013р). – Київ: М-во аграрної політики та продовольства України, НУБіП, 2013. – 354 с. [С.84-86].

28. Кабак О.О. Економічний потенціал енергетичних культур / О.О. Кабак // Сучасні вектори економічного розвитку (Харків, 2011 р) / Нац. академія агр. наук України, Нац. наук. центр «Інститут аграрної економіки». – Київ. : ННЦ «Інститут аграрної економіки», 2011. – С.140-143.

29. Кабак О.О. Економічні проблеми використання енергетичних ресурсів сільськогосподарських підприємств / О.О. Кабак // Розвиток країн в умовах глобалізації: технологічні, економічні, соціальні та екологічні проблеми: матеріали II Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції, (Тернопіль, 23 – 24 травня 2013 р.) / М-во аграрної політики та продовольства України, Тернопільська ДСГДС. – Тернопіль. : Крок, 2013. – С. 77-78.

30. Кабак О.О. Забезпечення ефективного використання біоенергетичних ресурсів в АПК / О.О. Кабак // Збірник наукових праць ВНАУ. – 2013. – №57. – С. 156 – 163.
31. Кабак О.О. Методичні рекомендації щодо економічної та еколого-енергетичної оцінки виробництва та використання біоенергетичних ресурсів у сільськогосподарських підприємствах / О.О. Кабак. – Миколаїв: МНАУ, 2014.– 31 с.
32. Кабак О.О. Розробка економіко-математичної моделі врожаю енергокультур / О.О. Кабак // Таврійський науковий вісник. – 2008. – Випуск 57.– С. 289 – 294.
33. Калетник Г.М. Розвиток ринку енергетичних культур для виробництва біоетанолу // АгроІнком. – 2008. - № 5 – 6. – С.10 – 15.
34. Кириленко І.Г. Виробництво альтернативного пального як відповідь на сучасні виклики глобалізації // Економіка АПК. –2006. – №11. С.9 –12.
35. Красненков С.В. Вплив способів основного обробітку ґрунту на врожайність зернового сорго / С.В. Красненков // Бюл. Ін-ту зернового господарства. – 1999. – №9. – С. 38-40.
36. Крылов А.В. Продуктивность и основные показатели фотосинтетической деятельности зернового сорго в зависимости от нормы высева / А.В. Крылов, В.И. Филатов // Кукуруза и сорго. – 2002. – №3. – С. 21-24.
37. Лапа О.М. Вирощування зернового сорго в умовах України / Лапа О.М., Свиридов А.М., Щербаков В.Я., Барбарук В.Т., Фарафонов В.А., Чикалюк П.Б. – К.: Глобус-Принт, 2008. – С. 52-59.
38. Лачуга Ю.Ф. Нетрадиционная энергетика в сельском хозяйстве / Ю.Ф. Лачуга // Перспективы, опыт производства и использования альтернативных видов топлива в сельском хозяйстве: Сб. науч. тр. – Зерноград: ВНИИПТИМЭСХ, 2007. – С. 9-14.
39. Макаров Л.Х. Соргові культури: монографія / Л.Х. Макаров. – Херсон: Айлант, 2006. – 263 с.
40. Макаров Л.Х. Соріз (технологія, селекція, насінництво, переробка): монографія / Л.Х. Макаров, М.В. Скорий. – Херсон – Айлант, 2009. – 224 с.
41. Макарчук О.Г. Світові та вітчизняні тенденції розвитку виробництва біопального // Економіка АПК. - 2008. - №7. - С.152-155.
42. Малиновский Б.Н. Проблемы и перспективы производства и использования новых энергетических технологий в сельскохозяйственном производстве России / Б.Н. Малиновский // Перспективы, опыт производства и использования альтернативных видов топлива в сельском хозяйстве. Сб. науч. тр. – Зерноград: ВНИИПТИМЭСХ, 2007. – С. 81–86.
43. Масло І.П., Вільовка М.І., Калінчик М.В., Вишнівський П.С. Еколого-економічне обґрунтування використання та виробництва моторного палива на основі ріпакової олії для виробників сільськогосподарської продукції // Економіка АПК. – 2004. - №11. – С.30-33.
44. Махортов Ю.А. Еколого-економічна оцінка системи застосування мінеральних добрив / Ю.А. Махортов // Вісник аграрної науки. – 2001. - №7. –

С. 64-66.

45. Микитенко В.В. Інноваційні підходи до оцінки прогнозування ефективності технологій / В.В. Микитенко // Проблеми науки.- 2002.- №3.-С. 32-34.

46. Немгиров Д.В. Сорговые культуры на черноземах Калмыкии / Д.В. Немгиров, М.М. Оконов // Кормопроизводство. – 2004. - № 4. - С. 23-25.

47. Перелік пестицидів і агрохімікатів дозволених до використання в Україні, - К., Офіційне видання, 2015 р.

48. Горпиниченко С.И. Перспективы производства биоэтанола из сорго / С.И. Горпиниченко, В.В. Ковтунов // Зерновое хозяйство России. – 2009. – № 4. – С. 27-33.

49. Свиридов А.М. Скоростиглі гібриди сорго / А.М. Свиридов, В.Т. Барбарук, В.А. Фарафонов // Пропозиція. – 2006. – №5. – С. 44-45.

50. Смолієнко Н.Д. Методичні рекомендації до складання і розрахунку технологічних карт на вирощування і збирання сільськогосподарських культур / Н.Д. Смолієнко, С.М. Торська, Г.Є. Паламарчк, І.О. Гарболінський. – Херсон : Колос, 2007. – 34 с.

51. Макаров Л.Х. Соргові культури: монографія / Л.Х. Макаров. – Херсон: Айлант, 2006. – 263 с.

52. Соріз (технологія, селекція, насінництво, переробка): монографія Макаров Л.Х., Скорий М.В. – Херсон – Айлант, 2009. – 224 с.

53. Тараріко Ю.О. Енергозберігаючі агроєкосистеми. Оцінка та раціональне використання агроресурсного потенціалу України / Ю.О. Тараріко // Рекомендації на прикладі Степу і Лісостепу. – К.: ДІА, 2011. – 576 с.

54. Тахтаров В.П. Основная обработка почвы под сорго / В.П. Тахтаров // Земледелие. – 2003. – №2. – С. 25-26.

55. Телих К.М. Сравнительная оценка продуктивности сорго в Тульской области / К.М. Телих // Кормопроизводство. 2005 - № 2. - С. 19-21.

56. Трибель С.О. Совки / Трибель С.О., Федоренко В.П., Лапа О.М. – К.: Колобів, 2004. – С. 72.

57. Фарафонов В.А. Сорго – потенційно стратегічна культура / В.А. Фарафонов // Хімія. Агрохімія. Сервіс. – 2003 – №17. – С. 4.

58. Шепель М.А. Соргові культури просяться на лани України / М.А. Шепель // Пропозиція. – 2004. – №6. – С. 54-55.

Підписано до друку 07.12.2016 р. Формат 60x90 1/16  
Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.  
Обсяг 1,2 умов. друк. арк. Тираж 100 примірників.

Віддруковано у Видавничому центрі «Колос»  
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

73000, м. Херсон, вул. Стрітенська (Р. Люксембург), 23  
Тел. (0552) 41-44-32  
Свідоцтво ХС №6 від 12 жовтня 2000 року.